

# STUDIER ÖVER TALLENS FYSIOLOGISKA VARIABILITET OCH DESS SAMBAND MED KLIMATET

ETT BIDRAG TILL KÄNNEDOMEN OM TALLENS EKOTYPER  
*STUDIEN ÜBER DIE PHYSIOLOGISCHE VARIABILITÄT DER KIEFER UND DEREN  
ZUSAMMENHANG MIT DEM KLIMA  
BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DER ÖKOTYPEN VON PINUS SIVESTRIS L.*

AV  
OLOF LANGLET

# STUDIER ÖVER TALLSKOTTVECKLAREN, *EVETRIA BUOLIANA* SCHIFF. DEL I.

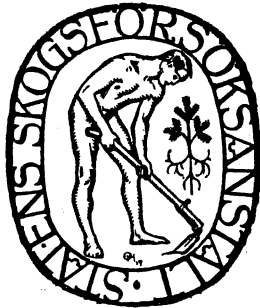
*STUDIEN ÜBER DEN KIEFERNTRIEBWICKLER, EVETRIA BUOLIANA SCHIFF. TEIL I.*

AV  
VIKTOR BUTOVITSCH

# OM KANTTRÄDENS REAKTION VID FRI- STÄLLNING OCH ÖVERBESTÅNDETS PRO- DUKTION VID SKÄRMFÖRYNGRING

SPECIALUNDERSÖKNINGAR I LANFORSBESTÅNDET  
*ZUWACHSREAKTION DER FREIGESTELLTEN RANDBÄUME UND PRODUKTION DES  
SCHIRMBESTANDES BEI NATÜRLICHER VERJÜNGUNG  
SPEZIALUNTERSUCHUNGEN IM LANFORSER BESTAND 1935*

AV  
SVEN PETRINI



---

MEDDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT  
HÄFTE 29 · Nr 4-6

---

MEDDELANDEN  
FRÅN  
STATENS  
SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

HÄFTE 29. 1936—37

MITTEILUNGEN AUS DER  
FORSTLICHEN VERSUCHS-  
ANSTALT SCHWEDENS

**29. HEFT**

REPORTS OF THE SWEDISH  
INSTITUTE OF EXPERIMENTAL  
FORESTRY

**N:o 29**

BULLETIN DE L'INSTITUT D'EXPÉRIMENTATION  
FORESTIÈRE DE SUÈDE

**N:o 29**



REDAKTÖR:  
PROFESSOR DR HENRIK HESSELMAN

# INNEHÅLL:

	Sid.
NÄSLUND, MANFRED: <b>Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog.</b> Primärbearbetning .....	I
Die Durchforstungsversuche der forstlichen Versuchsanstalt Schwedens in Kiefernwald. Primärbearbeitung.....	121
FORSSLUND, KARL-HERMAN: <b>Nordliga gransågstekeln</b> ( <i>Lygaeonematus subarcticus</i> Forssl.). En nyupptäckt skadeinsekt i Lappland.....	171
Die nördliche Fichtenblattwespe ( <i>Lygaeonematus subarcticus</i> Forssl.). Ein neuer Schädling aus Lappland .....	185
ÅNGSTRÖM, ANDERS: <b>Jordtemperaturen i bestånd av olika täthet...</b>	187
Soil temperature in stands of different densities .....	211
LANGLET, OLOF: <b>Studier över tallens fysiologiska variabilitet och dess samband med klimatet.</b> Ett bidrag till kännedomen om tallens ekotyper .....	219
Studien über die physiologische Variabilität der Kiefer und deren Zusammenhang mit dem Klima. Beiträge zur Kenntnis der Ökotypen von <i>Pinus silvestris</i> L. ....	421
BUTOVITSCH, VIKTOR: <b>Studier över tallskottvecklaren, <i>Evetria buoliana</i> Schiff.</b> Del I. ....	471
Studien über den Kieferntriebwickler, <i>Evetria buoliana</i> Schiff. Teil I.	534
PETRINI, SVEN: <b>Om kanträdens reaktion vid friställning och överbeståndets produktion vid skärmföryngring.</b> Specialundersökningar i Lanforsbeståndet 1935 .....	557
Zuwachsreaktion der freigestellten Randbäume und Produktion des Schirmbestandes bei natürlicher Verjüngung. Spezialuntersuchungen im Lanforser Bestand 1935 .....	582
GAST, P. R.: <b>Studies on the development of conifers in raw humus.</b> III. The growth of scots Pine ( <i>Pinus silvestris</i> L.) seedlings in pot cultures of different soils under varied radiation intensities .....	587
Studier över barrträdsplantans utveckling i råhumus. III. Tallplantans ( <i>Pinus silvestris</i> L.) utveckling i krukkulturer i olika jordar och under olika bestrålningsintensiteter. Sammanfattning av HENRIK HESSELMAN.....	679
<b>Redogörelse för verksamheten vid Statens skogsförsöksanstalt under år 1935.</b> (Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1935; Report on the work of the Swedish Institute of Experimental Forestry in 1935.)	
Allmän redogörelse av HENRIK HESSELMAN .....	683
I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung; Forestry division) av HENRIK PETTERSON .....	683
II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung; Botanical-Geological division) av HENRIK HESSELMAN	686
III. Skogsentomologiska avdelningen (Forstentomologische Abteilung; Entomological division) av IVAR TRÄGÅRDH .....	688



**Redogörelse för verksamheten vid Statens skogsförsöksanstalt under år 1936.** (Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1936; Report on the work of the Swedish Institute of Experimental Forestry in 1936.)

Allmän redogörelse av HENRIK HESSELMAN .....	690
I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung; Forestry division) av HENRIK PETTERSON.....	690
II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung; Botanical-Geological division) av HENRIK HESSELMAN .....	693
III. Skogsentomologiska avdelningen (Forstentomologische Abteilung; Entomological division) av IVAR TRÄGÅRDH.....	695

---



# STUDIER ÖVER TALLENS FYSIOLOGISKA VARIABILITET OCH DESS SAMBAND MED KLIMATET.

ETT BIDRAG TILL KÄNNEDOMEN OM TALLENS EKOTYPER.

## Förord.

Den undersökning, vars resultat här nedan framläggas, har haft till ändamål att närmare belysa den variabilitet<sup>1</sup>, som utmärker tall från skilda delar av artens utbredningsområde, varvid särskilt variabiliteten inom Sverige blivit föremål för studier å ett mycket omfattande material. Undersökningens utgångspunkt avviker från föregående försök bland annat därigenom, att fysiologiska olikheter fastställts mellan årsplantor och barr av fååriga plantor av olika tallprovenienser. Det har på sådant sätt blivit möjligt att låta undersökningarna omfatta ett mycket stort antal provenienser. Genom att en del av plantmaterialet utskolats och vidare studerats, har anslutning vunnits till de vid tidigare proveniensförsök uppnådda resultaten och hittills gjorde erfarenheter av äldre kulturer.

Innan jag går till redogörelsen för undersökningen och dess resultat, ber jag att här få framföra min stora tacksamhet till alla, som på ett eller annat sätt lämnat denna undersökning sitt bistånd. Främst är det mig då en angenäm plikt att betyga min tacksamhet till min chef, professor H. HESSELMAN, på vars initiativ undersökningen upptagits bland naturvetenskapliga avdelningens arbetsuppgifter, och som åt mig anförtrott utförandet av densamma. Jag är honom särskilt tack skyldig icke blott för de goda arbetsförhållanden, som därvid beretts mig, tack vare vilka undersökningen kunnat få den omfattning som skett utan även för att han med så stort intresse följt med undersökningens förlopp och så beredvilligt med mig diskuterat densamma och de framkomna resultaten. För många och givande diskussioner vill jag även här tacka professor H. PETTERSON, docenterna C. MALMSTRÖM och O. TAMM samt jägmästarna M. NÄSLUND och L. TIRÉN.

<sup>1</sup> Med variabilitet avses en befintlig olikhet — här differenser i skilda avseenden mellan olika provenienser av tall; med variation avses en skeende förändring — här vanligen förändringar i olika avseenden följande med årstidernas växlingar eller annan förändring av de yttre livsbetingelserna (jfr PHILIPTSCHENKO 1927).

En för undersökningens genomförande oumbärlig hjälp har välvilligt lämnats från många håll. Anskaffning av kott och frö har möjliggjorts av det stora tillmötesgående som visats av Domänverkets och Skogsvårdsstyrelsernas tjänstemän, samt institutioner och enskilda såväl inom som utom landet. Särskilt Skogsvårdsstyrelsen i Kopparbergs län har givit en synnerligen värdefull hjälp med kottinsamling och fröklängning.

Från utlandet har ett stort antal fröprov erhållits genom förmedling av Internationella skogsunionen och dess generalsekreterare, jägmästare S. PETRINI. Stort tillmötesgående med anskaffande av frö har särskilt visats av professor E. EIDE och bestyrer A. SMITT (Norge), professor O. HEIKINHEIMO (Finland), professor W. SCHMIDT (Tyskland) och Institutet för skogskultur och melioration (Ryssland).

Välvilligt bistånd med utläggning av planteringsytor, övervakning av plantering, revisioner m. m. har givits mig av direktören för Skogssällskapet, jägmästare A. WIGELIUS, dåv. förvaltaren av Ängeså revir, jägmästare A. ENGMAN, skogsmästarna O. HENRIKSSON, Vindeln, och G. MELLSTRÖM, Simlångsdalen, kronojägarna O. V. ANDERSSON, Rasbokil, samt F. MARELD. — Kottklängningen har i stor utsträckning utförts vid Hällnäs fröklängningsanstalt under ledning av skogsmästare O. HENRIKSSON.

För det bistånd som sålunda lämnats denna undersökning och mig frambär jag här mitt varma tack.

I stor tacksamhetsskuld står jag till föreståndaren för skogsavdelningen, professor H. PETTERSON, som välvilligt ställt sin sakkunskap till min hjälp och låtit utföra en del beräkningar å en omfattande del av mitt material. — Till föreståndaren för Svenska Utsädesföreningens Institution i Svalöv, professor H. NILSSON-EHLE, som representant för institutionen, ber jag att få framföra mitt tack för den välvilja varmed jag alltid blivit bemött vid mina besök i Svalöv. I mitt tack innesluter jag även professor Å. ÅKERMAN, under vars ledning jag hade förmånen få studera de vid Svalöv använda analysmetoderna och dess köldlaboratorium.

En del klorofyllbestämningar, som jag hoppas i framtiden få tillfälle fullfölja i större omfattning, ha möjliggjorts genom att jag under professor H. LUNDEGÅRDHS välvilliga ledning fått utföra dem å Centralanstaltens botaniska avdelnings laboratorium.

Vid analysarbetet har jag haft ovärderlig hjälp av Skogsförsöksanstaltens laboratoriepersonal. Det mest omfattande arbetet har därvid utförts av fröken M. JOHANSSON; därjämte ha även fil. kand. K. KNUTSON, f. BUSCH samt fil. kand. G. LAURENTZ, fröken I. STJERNA och fru K. ZETTERHOLM, f. LAGERHEIM lämnat mig sitt bistånd. — Illustrationsmaterialet, inbegripet den för de meteorologiska kartorna använda underlagskartan, har renritats av fröken R. MELLSTRÖM, och klichéeringen utförts vid A.-B. Kartografiska Institutet i

Stockholm under överinseende av kartredaktör M. LUNDQUIST. — För den hjälp, som sålunda lämnats mig, är jag synnerligen tacksam.

Vidare anhåller jag att till Statens Meteorologisk-Hydrografiska anstalt få framföra ett vördsamt tack för stort tillmötesgående. Särskilt har statshydrograf G. WERSÉN med stor älskvärdhet upprättat den här nedan publicerade nederbördskartan över Sverige, varjämte statsmeteorolog E. PETRI låtit förhandsberäkna en del för mig behövliga månadsmedeltemperaturer.

Understöd till den utförda undersökningen samt till undersökningar över snöskytten, vilka påbörjats i samband med denna undersökning men ännu icke slutförts, har lämnats av Skogsvårdsstyrelserna i Norrland samt Kopparbergs och Värmlands län. Jag anhåller att här få framföra mitt vördsamma tack.

Den tyska översättningen, liksom en del översättningar av rysk litteratur, har utförts av dr rer. forest. V. BUTOVITSCH, varför jag hjärtligt tackar honom.

Preliminära meddelanden om resultaten av föreliggande undersökning ha lämnats dels i föredrag å Svenska Skogsvårdsföreningens allmänna sammanträde den 9 mars 1934 och inför Botaniska Sällskapet i Stockholm den 17 mars samma år, dels i Svenska Skogsvårdsföreningens tidskrift 1934, häfte 27; I—2, samt i Skogen 1934, 21; II.

Experimentalfältet i maj 1936.

OLOF LANGLET.

---

## INNEHÅLL.

	Sid.
INLEDNING .....	225
<b>Kap. 1.</b> Översikt över proveniensfrågans utveckling, särskilt i Sverige...	228
<b>Kap. 2.</b> Översikt över köldhårdighetens fysiologiska grunder .....	234
Sammanfattning.....	237
<b>Kap. 3.</b> Översikt över årsvariationer av vissa i cellerna förekommande ämnen jämte samband mellan köldhårdighet och koncentration av samma ämnen .....	238
Osmotiskt värde.....	239
Torrsubstanshalt.....	240
Stärkelse.....	240
Sockerarter.....	241
Fettämnen.....	242
Hemicellulosa.....	243
Kvävehaltiga ämnen.....	243
Enzymer.....	244
Surhetsgrad.....	245
Garvämnen.....	246
Mineralämnen.....	247
Harts.....	247
Vinterfärgning.....	248
Sammanfattning.....	249
<b>Kap. 4.</b> Kvantitativa skillnader mellan tallplantor av olika proveniens...	251
Torrsubstanshalt.....	252
Torrsubstanshaltens beroende av gröningshastighet, planttäthet, etc....	253
Metodik.....	255
Torrsubstanshaltens variation.....	257
Torrsubstanshaltens variabilitet.....	261
Torrsubstanshaltens beroende av odlingsplatsens vegetationsperiod....	265
Torrsubstanshaltens variabilitet inom enskilda provenienser.....	269

# INNEHÅLL

223

	sid.
Sockerhalt.....	273
Metodik.....	273
Sockerhaltens variation under höst och vinter.....	275
Sockerhaltens variabilitet.....	276
Rörsockrets variation och variabilitet.....	281
Torrsubstanshaltens beroende av sockerhalten.....	282
Övriga analyserade beståndsdelar.....	287
Katalashalt.....	292
Vinterfärgning och klorofyllhalt.....	295
Röd vinterfärgning.....	295
Gul vinterfärgning.....	296
Klorofyllhaltens årliga variation.....	297
Klorofyllhaltens variabilitet.....	298
Sammanfattning.....	305
<b>Kap. 5. Jämförande odlingsförsök med tallplantor av olika proveniens</b> å platser med olika klimat.....	306
Vid tidigare försök fastställda differenser mellan olika provenienser av tall och andra trädslag.....	306
Övervintringsförmåga.....	307
Periodicitet.....	308
Tillväxthastighet.....	308
Växtform.....	308
Barrform.....	309
Redogörelse för planteringsförsöken av år 1931.....	311
Antal kvarlevande plantor, deras tillstånd, höjd och barrform 1934....	314
Plantornas vinterfärgning.....	328
Barrutvecklingens tidighet.....	330
Sammanfattning.....	331
<b>Kap. 6. Sambandet mellan tallens fysiologiska variabilitet och hemortens</b> klimat.....	331
Undersökning av sambandet mellan tallens fysiologiska variabilitet och klimatet.....	336
Plantmaterial.....	336
Meteorologiska faktorer.....	339
1. Vegetationsperiodens längd.....	340
2. Sommarvärmen.....	346
3. Kontinentaliteten.....	348
4. Vinterkölden.....	348
5. Nederbörden.....	351

	Sid.
Bestämning av regressionerna .....	351
Den resterande spridningen.....	360
Sammanfattning.....	364
<b>Kap. 7.</b> Tallens fysiologiska variabilitet, dess ärftlighet och ekotyp- begreppet .....	365
Variabilitetens ärftlighet.....	365
Den fysiologiska variabilitetens förändringar med härstamningen .....	371
Tallens variabilitet och ekotyp-begreppet.....	375
Sammanfattning .....	381
<b>Kap. 8.</b> Följderna av förflyttning av tallfrö vid skogskultur belysta av resultaten av föreliggande undersökning.....	382
SAMMANFATTNING .....	392
ANFÖRD LITTERATUR .....	395

---

### Inledning.

Initiativet till föreliggande undersökning har som nämnts tagits av professor H. HESSELMAN, som framhöll vikten av att tallens proveniensfråga togs upp till experimentell behandling, varvid särskilt borde uppmärksammas den betydelse vinterkölden kunde ha för de sydliga proveniensernas utgående vid odling i nordliga trakter (HESSELMAN 1927). Experimentella studier över köldhärdighet ha här i landet tidigare utförts särskilt vid Svalöv av professor Å. ÅKERMAN (1923, 1927), i avsikt att bestämma övervintringsförmågan hos olika sorter och rena linjer av vete. Det hade visat sig, att för vete var övervintringsförmågan här i Sverige i främsta rummet beroende av köldhärdigheten (jfr NILSSON-EHLE 1919), varför ett experimentellt fastställande av den senare kunde förväntas giva ett tillförlitligt mått på den förra. Så visade sig även vara fallet. Parallellt med frysförsök utförde ÅKERMAN bestämningar av veteplantornas halt av torrs substans, socker m. m., som visar samvariation med köldhärdigheten. Här förelåg sålunda en för veteplantor utarbetad metodik, som det låg nära till hands att söka tillämpa vid studiet av barrträdsplantors köldhärdighet. Denna metodik, i behövlig mån modifierad, erbjöd en möjlighet att från ny utgångspunkt närmare studera proveniensfrågan. — d. v. s. frågan om arten och betydelsen av skillnaderna mellan tallplantor uppdragna ur frö härstammande från skilda trakter.

Genom professor ÅKERMANS vänliga tillmötesgående erhöj jag tillfälle att i Svalöv sätta mig in i de där tillämpade metoderna. Ett par frysförsök utfördes därvid med avskurna kvistar av ett stort antal träd, varvid avsevärda skillnader i avseende på köldhärdighet kunde fastställas mellan olika arter. Även analysmetoderna prövades och visade sig kunna tillämpas. Såsom exempel kan anföras, att vid jämförelse mellan den härdigare *Abies alba* och den ömtåligare *Abies pinsapo*, visade den förra en torrs substanshalt av 42,5 % och en halt av reducerande substans (socker) av 9,9 % (beräknad å i barren befintligt vatten), medan motsvarande värden för den ömtåligare arten voro 40,6 resp. 7,4 %.

Undersökningar å tallplantor av olika proveniens påbörjades i ringa skala våren 1928, då kottinsamling skedde på 7 lokaler i olika delar av landet, vilket material sedermera kompletterades med frö från Lenti (Ungern) och Chorin (Brandenburg) samt Lappträsk och Storbacken (Norrbottens län). Under följande år utvidgades materialet successivt, och har så kommit att omfatta sammanlagt över 1750 provenienser av tall och 200 av gran. Av dessa ha ett avsevärt antal varit i kultur under två eller flera år, medan ett stort antal andra på grund av bristande grobarhet visat sig oanvändbara.



Undersökningarna ha till största delen varit koncentrerade till Skogs-försöksanstaltens institution vid Experimentalfältet, men en del sådd- och planteringsförsök ha även förlagts till försöksparkerna Tönnersjöheden och Kulbäcksliden, samt till skogsmästarebostället vid Vindeln.

För utförande av frys-försök i mindre skala konstruerades av civilingenjör A. BILLBERG i samråd med förf. en kylanläggning, där temperaturen kunde nedbringas till under  $-50^{\circ}$ . Som kylmedel användes fast kolsyra, som kylde alkohol i en rörledning, vilken bildade en spiral runt kylkärlets väggar. Alkoholen i rörledningen hölls i cirkulation av en pump, driven av en elektrisk motor, som automatiskt stannade när temperaturen understeg ett visst grad-tal, för att åter startas så snart temperaturen åter börjat stiga. Luften i kylkärlet hölls i rörelse av en fläkt. Frys-försök utfördes i denna anläggning med avklippta årsplantor, vilka efter frysningen sattes i vatten. Efter någon tid visade sig köldskadorna i det att skadade plantor och plantdelar torkade; oskadade plantor kunde däremot hålla sig friska i månader, och sköto nya skott på våren.

Som resultat av de sålunda utförda frys-försöken framkom, att tallplantor av sydligt ursprung, från Ungern eller Tyskland, skadades svårt eller dödades helt av temperaturer, som förorsakade endast måttliga skador på tallplantor, stammande från södra och mellersta Sverige, och lämnade de nordligaste provenienserna helt eller i det närmaste oskadade. Ehuru sålunda stora differenser i fråga om köldhärdighet mellan årsplantor av olika härstamning vid frys-försöken ådagalades, kommo dock sådana försök endast i mindre utsträckning till utförande, varför de här icke heller komma att närmare beröras. Anledningen till detta var tvåfaldig; dels visade sig svårigheter att närmare fastställa och gradera skadorna å plantor efter frysning, dels visade det sig, att differenserna mellan olika provenienser i fråga om köldhärdighet motsvarades av enklare fastställbara skillnader i torrsubstanshalt och sockerhalt.

De frys-försök, som utfördes, voro icke desto mindre av stor principiell betydelse, då de ådagalade, dels att verkligen differenser mellan olika provenienser förekomma beträffande köldhärdighet, vilket icke nödvändigtvis är detsamma som övervintringsförmåga, dels att ett samband finnes mellan denna köldhärdighet och plantornas halt av torrsubstans och socker på i princip samma sätt som fallet är med olika köldhärdiga sorter av vete. Genom en bestämning av torrsubstans- eller sockerhalt kunde därför på enklare sätt än genom frys-försök erhållas en uppfattning om olika tallproveniensers köldhärdighet och deras därmed sammanhängande fysiologiska inställning. Av stor betydelse var särskilt möjligheten att genom bestämning av enbart torrsubstanshalten erhålla ett nöjaktigt mått å den fysiologiska variabiliteten.

Sedan det sålunda snart nog visat sig, att betydande differenser i fysiolo-

giskt hänseende kunde fastställas mellan tallplantor av olika proveniens, kompletterades försöken genom utskolning av en del av materialet i plant-skolor inom klimatiskt olika delar av landet. Därvid framkom, att de olika tallprovenienserernas övervintringsförmåga, plantornas kvalitet, deras höjd och barrlängd m. fl. vid tidigare proveniensförsök registrerade karakteristiska egenskaper varierade i nära anslutning till de värden å torrsubstanshalten, som erhöles vid undersökning av årsplantor och barr vid Experimentalfältet.

När det alltså tydligt var möjligt, att allenast genom bestämning av torrsubstanshalten i årsplantor erhålla ett, låt vara tänjbart mått å respektive proveniensers fysiologiska variabilitet, blev undersökningens nästa mål att närmare studera sambanden mellan å ena sidan torrsubstanshalten och å andra sidan de å fröpartiernas härstamningsorter rådande klimatförhållandena. För dessa studier var det önskvärt att undersöka ett möjligast stort antal provenienser, vilket även möjliggjorts genom användning av en så enkel metod som just fastställande av torrsubstanshalten. För ändamålet ha plantor uppdragits av ett förhållandevis stort antal provenienser, härstammande såväl från Sverige, som från ett flertal andra länder. Här nedan kommer i huvudsak endast delar av det svenska materialet att framläggas, då behövlige uppgifter rörande de meteorologiska förhållandena i samtliga länder, varifrån tallplantor undersökts, ännu icke sammanställts.

I denna framställning kommer icke att närmare behandlas de skillnader i fråga om motståndskraft mot snöskyttessvampen, *Phacidium infestans*, som tidigare av SCHOTTE (1923 a) påvisats för tallplantor av olika härstamning, då jag vid annat tillfälle hoppas kunna framlägga fullständigare iakttagelser över angreppen av denna parasitsvamp.

Här kommer icke heller annat än i förbigående att beröras de undersökningar av granplantor av olika proveniens, som i viss utsträckning utförts parallellt med undersökningarna av tallplantor. Resultaten av dessa undersökningar komma att publiceras i annat sammanhang; de ha något berörts i ett av de preliminära meddelandena (LANGLET 1934 b). Torrsubstanshaltens variabilitet hos granen har sedan upptagits till behandling även av BORNEBUSCH (1935).

Liksom alltid, då ett material studeras med tillhjälp av metoder, som tidigare icke tillämpats å detsamma, har avsevärd tid måst ägnas åt undersökningsmetodik. Det har gällt att genom rationalisering av metoderna kunna bearbeta ett successivt utökat material, för att om möjligt nå fram till vad som torde kunna angivas som undersökningens närmaste mål, nämligen erhållande av ett uttryck för sambandet mellan olika tallprovenienser fysiologiska inställning och klimatförhållandena å deras hemorter, ett uttryck, som kunde tjäna som mått vid siffermässigt angivande av det vid förflyttning av tallfrö aktuella klimatinflytandet å olika orter.

I det följande komma undersökningens resultat att framläggas på sådant sätt, att sedan översikter givits dels över proveniensfrågans tidigare utveckling, särskilt i Sverige, dels över de fysiologiska grunderna för köldhärdigheten och dels över årsvariationer av en del för köldhärdigheten mer eller mindre betydelsefulla ämnen i växterna, så framläggas först resultaten av studierna över variation och variabilitet av torrs substans- och sockerhalt, m. m., varefter följer en redogörelse för resultaten av planteringsförsöken inom olika delar av Sverige. Sedan i dessa kapitel sambandet mellan tallplantornas torrs substanshalt och fysiologiska inställning i övrigt ådagalagts följer en redogörelse för studierna över sambandet mellan torrs substanshalten och klimatet å fröinsamlingsplatserna, varefter slutligen kommer att beröras den allmänna betydelsen av de ernådda resultaten liksom även följderna av användning av tallfrö från främmande ort vid skogskultur, i den mån dessa belysas av undersökningens resultat.

## KAP. I. ÖVERSIKT ÖVER PROVENIENSFRÅGANS UTVECKLING, SÄRSKILT I SVERIGE.

Det torde numera vara ett obesträtt faktum, att tallen icke utgör en inom hela sitt naturliga utbredningsområde likformig art, utan att den tvärtom till sina egenskaper i rätt påfallande grad växlar allt efter växtorten. Redan omkring mitten av 1700-talet fördes här i landet en diskussion huruvida skillnaderna mellan olika iakttagna talltyper endast var beroende av ståndortsförhållandena, eller var djupare grundad. Under denna diskussion föreslog en anonym författare år 1769 anställande av kulturförsök; sådana kommo dock icke till utförande. Här skall icke närmare behandlas de många försöken att systematiskt definiera de olikheter man funnit vid jämförelse mellan tall från olika länder; en god översikt därav finner man hos SCHOTT (1904).

Den enklaste och samtidigt från modern synpunkt kanske ändamålsenligaste metoden tillämpades av flera systematici och även av DE VILMORIN (1862), som benämnde de av honom uppdagna och beskrivna tallraserna efter härstamningsorten. Den stora betydelse DE VILMORIN haft för proveniensforskningen ligger framför allt däruti, att han för första gången genom kulturförsök visat, att om man på samma ort sår tallfrö från olika länder, så erhåller man träd, som till sin växtform avsevärt avvika från varandra. Försöken, som närmast företogs i avsikt att utröna möjligheterna för Frankrike att inom landets gränser erhålla tillgång å erforderligt mastvirke för örlogsflottan, gävo sålunda vid handen, att största vikt måste tillmätas fröets härstamning eller proveniens.

Det bör emellertid framhållas, att redan tidigare samma slutsats uttalats, ehuru den icke grundats på systematiskt utförda försök. I Sverige (jfr WIBECK 1912, ROMELL 1926) hade under början av 1800-talet kultur av barrträd börjats i allt större skala, och då tillgången på salubjudet inhemskt frö trots statsmakternas upp-

muntran förblev otillräcklig, hämtades för kulturerna erforderligt frö från annat håll. Fröimporten kom huvudsakligen att ske från Tyskland, och närmare bestämt från Darmstadt. Det tallfrö, som därifrån levererades, härstammade icke endast från kringliggande trakter av Tyskland, utan även från Belgien, Frankrike och kanske även från Ungern. Resultaten av detta i stor skala utförda försök att i södra och mellersta Sverige samt i mindre skala även i Norrland uppdraga tallskog ur mellaneuropeiskt frö, blev vad som gemenligen brukar kallas »tysktall» — en utförlig beskrivning av dessa bestånd och förutsättningarna för deras uppkomst har tidigare givits av WIBECK (1912). Det för »tysktall»-bestånden utmärkande är en under tidigare år stark-tillväxt, som dock förr eller senare förbytes i ett mer eller mindre hastigt avtynande, en mer eller mindre krokig eller slingrig stamform, som i extrema fall snarast påminner om bergtallens, samt jämförelsevis långa och grova grenar, som med stammen bilda större grenvinkel än å orten inhemsk tall.

Den dyrköpta erfarenhet man erhållit vid användningen av söderifrån importerat tallfrö, kom som nämnt tidigt till uttryck. PALMCRANTZ (1855) uttalade sig som följer: »Mina iakttagelser med afseende på användningen af svenskt och utländskt (tyskt) skogsfrö, äro icke till fromma för det sednare, äfven med antagande af relativt lika grobarhet hos båda slagen. Det utländska fröet har jag alltid, det är sant, funnit gröfre och fylligare och plantorna frodigare. En stegrad livsverksamhet, att döma af stjelkens och barrrens tilltagande längd under året, har jag likaledes funnit anmärkningsvärd, men lika så gynnsamma som dessa omständigheter äro under ett blidare klimat, äro de däremot desto mer menliga under ett sträfft som vårt. Det är nemligen sannolikt att just genom denna plantornas girvuxenhet vårfrosterna med större framgång härja fält besådda med tyskt frö än svenskt. Mer än en gång har jag tyvärr blifvit besviken, efter inträffad vårvinter uti förhoppningarna på föregående årets verkligt vackra skogssådder. Den brungula färg, som barrplantorna antaga efter att vara frostbitna, har blott sällan återgått till grönska hos dem af tyskt frö, men oftare hos dem af inhemskt.»

PALMCRANTZ' uttalande är ju i huvudsak korrekt, även från modern synpunkt, med undantag av att de tyska plantorna knappast torde ha härjats så mycket av vårfroster, som snarare av frost under höst och vinter, vartill även kom angrepp av tallsytte, *Lophodermium pinastri*. Den olika hårdigheten mot denna parasitsvamp framhölls senare av t. ex. SJÖGREEN (1877), som angav, »att de plantor, som erhållas af svenskt tallfrö äro hårdigare och bättre motstå sjukdomen, än sådana, som uppdragas af tyskt frö».

I hushållningssällskapens publikationer från 1860- och 70-talen finner man enligt WIBECK (1912) liknande erfarenheter omnämnda. Så heter det exempelvis i berättelsen för Hallands län år 1863 om importerat tallfrö: »De däraf uppkommande plantorna äro i allmänhet vackra, ehuru erfarenheten hos oss visat, att skogsfrön af gran och furu, som inom landet blifvit utklängda, vanligen gifva bättre växt än de, som från Tyskland anskaffades.» — I ett cirkulär av år 1882 varnade skogsstyrelsen för användning av tyskt tall- och granfrö å statsskogarna. Riksdagen införde 1888 en tull på utländskt skogsfrö, vilken senare begränsats till att gälla tall och gran, men samtidigt höjts, särskilt för tallfrö. Frö av såväl gran som tall skall dessutom i tullen färgas med eosin (jfr SCHOTTE 1910 a).

Motsvarande erfarenheter som man gjort i Sverige beskrevos så småningom även från annat håll. VON SIEVERS (1895) meddelade, att i Livland frö av tall från Maine- och Rhenslätterna undantagslöst gav upphov till krokvuxna plantor,

medan kulturer av inhemskt frö gävo raka plantor. I Tyskland märkte man även så småningom, att tallfrö av franskt och ungerskt ursprung gav upphov till mindervärdiga bestånd, sålunda ett fullständigt parallellfall till »tysktallen» i Sverige (jfr WIBECK 1926).

Det visade sig emellertid snart, att här icke endast var fråga om utländskt eller inhemskt frö. I Sverige konstaterade F. TIGERHJELM redan år 1893, att i Norrland tallfrö från Sydsverige var mindre användbart än hemortens frö (jfr WIBECK 1912). Ännu tidigare omnämner GLØERSEN (1882), att tallfrö från Värmland och Närke icke är lika lämpligt som hemortens frö för anläggande av kulturer å norska Vestlandet; skillnaden var dock mindre än mellan tyskt och norskt frö. I Tyskland torde det först hava varit VON KLITZING (1914), som riktat uppmärksamheten på inom landet existerande rasskillnader, då han framhöll, huru tallfrö från Darmstadt var fullkomligt oanvändbart för kulturer i östra Brandenburg.

Den direkta försöksverksamhet, som kan sägas hava inletts av DE VILMORIN, fick så småningom efterföljare. Man prövade sig fram genom jämförelser mellan ett par eller ett fåtal provenienser. GRIGOR<sup>1</sup> (1865) uppger att den skotska tallen i Skottland är överlägsen tallen från kontinenten. TURSKI (1878) utförde jämförande odlingar av tall från Darmstadt och Ryssland. ROSTRUP påvisade huru i Danmark tysk tall svårt angreps av *Lophodermium*, medan tätt bredvid stående svenska plantor förblevo oskadade (DALGAS 1882). Vid Hallstammar utförde KJELLBERG (1884) år 1881 ett försök, där tyskt och svenskt tallfrö såddes å varannan rad; på hösten voro plantorna av det tyska fröet »betydligt frodigare och mera växta», men »påföljande vår voro största delen så angripna, att de voro odugliga till omskolning, hvaremot de svenska då voro alldeles oberrörda af någon sjukdom».

De mera exakta försöken över proveniensens betydelse torde nog kunna sägas börja med de jämförande groningsförsök med skogsfrö från klimatiskt olika orter i Mellaneuropa, vilka utfördes av KIENITZ (1879), som för frö av gran fann grobarheten på sådant sätt rätta sig efter temperaturförhållandena i olika regioner, att frö från lägre och varmare trakter visade sig ha högre minimum, optimum och maximum än frö från kallare orter. CIESLAR publicerade 1887 jämförande iakttagelser å tallplantor ur frö från Sydsverige (Bergkvara) och Tyrolen, samt granplantor av samma härstamning: han fann de svenska plantorna underlägsna beträffande totallängd, stamlängd, vikt resp. volym. Han förklarade, att »Es ist das die Folge von vererbten Eigenschaften, die wiederum auf vererbten physiologischen Ursachen beruhen».

CIESLAR avsåg att visa, huru för varje trädslag och för varje trakt ett på rätt ståndort skördat frö måste användas, för att träd skola erhållas, vilka genom sina ärftliga egenskaper i alla avseenden äro bäst avpassade för förhållandena å kulturplatsen (CIESLAR 1890 s. 451). I sitt nästa arbete redogör CIESLAR (1895) för kulturförsök med gran och lärk; han anför KIENITZ' resultat, men vill undersöka, om även plantor visa ärftliga livsfunktioner. CIESLAR konstaterar, att granar ur frö från höjdlägen och från norden även i mildt klimat växa långsammare i ungdomen än låglandsgranar. På samma sätt växa lärkplantor ur tyrolerfrö långsammare, och visa även annan periodicitet än plantor ur frö från Schlesien.

Beträffande tallen framhåller ÖRTENBLAD (1898), att »längden af den växttid,

<sup>1</sup> Vanligen citerad som GRIGOR & FORRES (1865), så av CIESLAR (1890) och SCHOTT (1904), jfr även WIBECK (1912), enär den ifrågavarande artikeln var signerad: JOHN GRIGOR, Nurseries, Forres.

trädet i öfverensstämmelse med sommarens längd å sin hemtrakt haft» är en ärftlig egenskap. Tallplantor ur frö från mellersta Norrland avsluta i Stockholm den normala längdtillväxten redan i augusti, varefter den i vanliga fall övervintrande spetsknoppen börjar utväxa till proleptiskt långskott. Detsamma iakttog han efter långa och varma somrar i Sollefteå å plantor ur frö från övre Jämtland. »Ett motsatt förhållande inträder, om man under nordlig breddgrad uppträder trädplantor af frö, som alstrats under en sydligare himmel. Plantornas skott hinna då under den korta sommaren ej afsluta sin normala tillväxt; åtminstone blifva de härmed sent färdiga.» ÖRTENBLAD framlägger vidare iakttagelser över skillnader mellan lärkträdsplantor ur frö från Tyskland och frö från Sibirien: de senare fälla barren tidigare och skadas aldrig av frost, så som även tidigare meddelats av BLUMQUIST (1881). Av intresse är uppgiften, att i Sollefteå 4-åriga tallplantor ur Smålandsfrö voro 11 % högre än plantor ur frö från orten. Följande år redogör ÖRTENBLAD (1899) för skillnaden mellan 14-åriga tallplantor i Medelpad, dels planterade och sådda plantor ur Smålandsfrö, dels självsådda plantor. De senare utmärkte sig genom färre individ med dubbeltopp, något större grenantal, avsevärt kortare grenar, samt mindre höjd och smalare stam.

HOLLGREN (1899) redogör för ett år 1896 anlagt jämförande försök med tall ur frö från Finland, Norge, Skottland, Sverige samt Tyskland. Efter 3 år voro de skotska tallarna kraftigast, därefter de svenska, norska, finska och tyska i nämnd ordning. Gentemot angrepp av *Lophodermium* hade de skotska plantorna stått sig bäst, medan de tyska angripits hårdast och nästan fullständigt gått ut.

Ungefär samtidigt meddelar CIESLAR (1899) nya resultat från sina kulturförsök med gran, tall och lärk. Han fann, att från låglägen stammande granar växa sämre i höjdlägen, under det att åtminstone till en början förhållandet är det motsatta vad beträffar gran från höjdlägen och från Finland. Vid jämförelse mellan 12-åriga tallar av österrikisk och svensk härstamning framgår, att de senare utmärkas av mindre höjd och storlek i allmänhet, mindre specifik vikt å veden, samt kortare barr, vilka under vintern äro gulgröna. Beträffande granplantorna angives, att sådana från höjdlägen samt från Finland uppvisa flera, men kortare barr än plantor från lägre trakter.

ÖRTENBLAD (1901) meddelar i en sammanfattning av sina studier, att han vid jämförande försök med lönn och alm, uppdragna ur frö från dels Ångermanland, dels Hälsingland kunnat fastställa, huru av båda arterna plantorna av den sydligare ortens frö i högre grad frostskadats, och i enstaka fall helt frusit ned. Han fortsätter: »Flertalet trädarter hafva på sina spontana växtplatser ackommoderat sig efter lokalens klimat. Det är vanligen i följd häraf, som plantor af samma trädart men af moderträd från skilda lokaler äro olika hädiga. Skillnaden blir betydande, först då moderträdens växtplatser ligga långt från hvarandra.» Han meddelar vidare iakttagelser över med tilltagande ålder avtagande köldömhets, samt över individuella växlingar beträffande köldhårdigheten.

De för proveniensforskningen grundläggande undersökningar, som CIESLAR utfört beträffande granen och för vilka han ytterligare redogör i ett något senare arbete (CIESLAR 1907 a), erhöles för tallen en första motsvarighet i de kulturer, som av SCHOTT anlades i syfte att utreda användbarheten av tallfrö härrörande från de länder, från vilka frö eller kott i större eller mindre utsträckning importerats till Tyskland. Plantor ur frö från skilda delar av Tyskland jämfördes därvid med dylika härstammande från ett flertal länder med olika klimat: från Sydfrankrike och västra Ungern i söder till Finland, Norge och Sydsverige i norr. SCHOTT (1904)

redogör utförligt för utseendet av kottar, frö och frövingar, för fröets grobarhet, dess gröningshastighet och vikt, samt för årsplantornas växt och färg, jämte de äldre plantornas växt, barrfärg och särskilt deras olika motståndskraft vid angrepp av *Lophodermium*. Det var framför allt detta arbete, som i Tyskland väckte uppmärksamheten på faran av att där använda franskt och ungerskt tallfrö. SCHOTT konstaterar förefintligheten av fysiologiska varieteter hos tallen i samma bemärkelse som CIESLAR. 1907 följer en detaljerad redogörelse för de 4(—5)-åriga plantorna, varefter SCHOTT delvis med ledning av de karaktärer han iakttagit å sitt plantmaterial uppställer ett tiotal raser eller varieteter av tallen, benämnda efter sina hemorter. Han betonar dock samtidigt, att »die Mehrzahl der Rassen ineinander übergehen, so dass von einer strengen Trennung nicht die Rede sein kann». — Höjdmätningar av de c:a 30-åriga tallarna ha nyligen framlagts av SCHOTT (1934).

De första resultaten av en serie omfattande försök, huvudsakligen avseende att undersöka skillnader mellan plantor ur frö från olika höjdlägen, publicerades av ENGLER 1905. Försöken, som främst omfattade gran, bekräftade CIESLARS tidigare uppgifter, och kompletterade dessa i vissa avseenden. ENGLER betonar vikten av att insamla frö inom samma område, där det skall användas, och framhäver särskilt, att självsädd är den bästa metoden att erhålla föryngning med efter klimatförhållandena anpassat frö.

De omfattande kulturförsök med tall från olika höjdlägen och olika länder, för vilkas resultat ENGLER (1908, 1912), och senare BURGER (1926, 1931), redogjort, bestyrka och komplettera vad SCHOTT tidigare uttalat. ENGLERS uppfattning om tallens variabilitet ansluter sig även helt till SCHOTTS och CIESLARS. — ENGLERS försök med gran och lärk hava sedermera bearbetats av NÄGELI (1931) resp. BURGER (1935).

Ungefär samtidigt med proveniensförsöken i Schweiz påbörjades dylika försök vid den år 1902 inrättade Statens skogsförsöksanstalt, i avsikt att i allmänhet komplettera CIESLARS försök i fråga om tall, men därvid särskilt undersöka variabiliteten inom Sverige. SCHOTTE (1905) redogjorde för beskaffenheten av tallkott och tallfrö från ett flertal lokaler i södra Sverige och södra Norrland, samt lämnade en översikt av årsplantors stamlängd, rotlängd, barrlängd och barrantal. Plantorna utplanterades vid Ollestad i Västergötland samt vid Tönnersjöheden, och ha senare vid upprepade tillfällen undersökts (SCHOTTE 1910 b, 1914, 1923 b, WIBECK 1912, LANGLET 1929 b).

Vid ett ungefär samtidigt anlagt försök, avsett att utröna den lämpligaste frömängden vid rutsädd av tall- och granfrö, användes frö av olika inhemsk proveniens, samt dessutom i viss utsträckning tall av tyskt och franskt ursprung å 7 försöksytor inom olika delar av landet (MAASS 1907): Försökens senare utveckling har i skrift behandlats av WIBECK (1912, 1916—17).

År 1907 startades ett internationellt proveniensförsök, omfattande ett tiotal provenienser av tall från trakter representerande olika klimattyper. Försöken, vilkas jämförande studium avbröts av kriget, representerades i Sverige av två ytor, en vid Hässelby och en vid Bispgården. Resultaten å dessa båda ytor publicerades av SCHOTTE (1914), men innebära i princip intet nytt, vilket ej heller är fallet med de resultat, som erhållits av de utländska parallellförsöken (bl. a. STORY 1910, KIENITZ 1911, 1922, SOMERVILLE 1911, WIMMER 1924, GROSS 1925, DENGLE 1930), eller andra försök med liknande material (t. ex. DENGLE 1908, WALTER 1921, ZIMMERLE 1932). En sammanställning av resultaten av

de internationella ytorna jämte ett stort antal andra försök har nyligen gjorts av WIEDEMANN (1930).

MAYR (1911) har undersökt mottaglighet för *Lophodermium* hos tallplanter från olika länder, och därvid ännu en gång fastställt de erfarenheter SCHOTTE tidigare gjort, och vilka till en del ännu tidigare kommit fram vid enstaka försök bl. a. i de nordiska länderna, nämligen att i stort sett mottagligheten var minst hos nordisk tall och tall från Skottland (jfr även MAYR 1902—03).

Ett försök, som på grund av sin planläggning och omfattning innebar ett steg framåt i fråga om proveniensforskningen, var det som anlades av SCHOTTE och WIBECK. Undersökningen planerades närmast i avsikt att pröva, huruvida tallfrö från södra och mellersta Sverige skulle kunna användas inom Norrland, eller eljest söka utröna inom vilka gränser en förflyttning norrut skulle kunna företagas utan risk för det blivande beståndets beskaffenhet. Försökets stora värde ligger som nämnt framförallt i dess omfattning: planter av ett tjugotal provenienser fördelade å 219 parceller å tretton planteringsytor jämte 10 provenienser å fyra såddytor.<sup>1</sup> Denna omfattning har åt försöksresultaten givit en stor betydelse, trots den begränsning, som visat sig ligga i att varje proveniens endast representeras av en enda parcell på var och en av de försöksytor, där den kommit till användning. Försöksresultaten äro även mindre ägnade att belysa proveniensproblemet i dess helhet — vilket ju ej heller varit avsikten med deras anläggning — enär följderna av en fröförflyttning mot varmare trakter lämnats obeaktad. Revisionsresultat ha upprepade gånger framlagts och i olika avseenden bearbetats, så av WIBECK (1913, 1916—17, 1929, 1930—31, 1931), SCHOTTE (1923 a), ENEROTH (1926—27, 1928, 1930), och LANGLET (1929 b).

De viktigaste av de av SCHOTTE och andra å detta material fastställda skillnaderna rörde antalet levande plantor, dessas växtform och deras motståndskraft mot infektion av snöskytte, *Phacidium*. Revisionsresultaten läto med all önskvärd tydlighet framgå, att största försiktighet måste iakttagas vid användning av tallfrö å nordligare lokal än insamlingsorten. Beträffande de slutsatser, som av de erhållna revisionsresultaten kunna dragas i fråga om gränserna för en dylik förflyttning utan risk, föreligga olika åsikter, till vilka jag senare får anledning återkomma (jfr kap. 6).

Den stora allmänna betydelsen av försöksresultaten var, att det omisskännligt visade sig, huru även jämförelsevis obetydliga skillnader beträffande fröinsamlingsplatsernas klimat återspeglades i plantornas och ungträdens varierande växt och trivsel å de olika ytor. SCHOTTE kunde nu verkligen styrka, att tallfrö måste anskaffas endera från skogsodlingsplatsen eller, där så icke kan ske, från ort »med ett med skogsodlingsplatsen i stort sett likvär-

<sup>1</sup> Försök omfattande ett stort antal ryska provenienser ha senare beskrivits av SAMOFAL (1925, jfr även av WIEDEMANN 1930). Dessa mycket viktiga försök avhandlas närmare nedan (jfr kap. 5).



diget klimat». SCHOTTE ansåg därvid lämpligt att karakterisera klimatet genom användande av temperaturen under perioden juni—september. Den bristande hårdighet de sydligare provenienserna ådagalade vid odling i strängare klimat hänförde han till otillräcklig förvedning som följd av förkortad vegetationsperiod, på samma sätt som tidigare ÖRTENBLAD (1898).

De fysiologiska skillnaderna mellan tallplantor av olika härstamning kunna sålunda förutsättas vara att i främsta rummet hänföra till fixerad inställning till vegetationsperioder av olika längd.

Under sådana omständigheter var det givetvis av stor betydelse från såväl praktisk som teoretisk synpunkt att erhålla möjlighet att direkt och på ett enkelt sätt fastställa fysiologiska differenser mellan tallplantor av olika proveniens och detta — för vinnande av tid — på ett möjligast tidigt stadium i plantornas liv. Då nu genom bestämning av torrsubstanshalten ett sådant lätt fastställbart värde kan erhållas, vilket i viss mån är ett karakteristiskt uttryck för den fysiologiska variabiliteten, är därmed ett nytt och effektivt medel vunnet att närmare studera sambanden mellan densamma och klimatet. Visserligen kan man knappast tänka sig att komma längre än till SCHOTTES ovan anförda regel angående fröanskaffning från ett med skogsodlingsplatsen »likvärdigt klimat», men frågan är vilken betydelse som skall läggas i just ordet »likvärdigt».

Den föreliggande undersökningen har därför tagit fasta på behovet av en definition av termen »likvärdigt klimat» för praktiskt bruk, och har även fört fram till erhållande av en dylik, som står i bästa överensstämmelse med SCHOTTES åsikter, att vegetationsperiodens längd torde vara en temperaturfaktor av avgörande betydelse.

## KAP. 2. ÖVERSIKT ÖVER KÖLDHÄRDIGHETENS FYSIOLOGISKA GRUNDER.

Frågan om orsaken till att plantor av en sort dödas av lindrig frost, under det att plantor av en annan sort förmår uthärda vida lägre temperaturer, är ett problem som står i närmaste samband med frågan om orsakerna till kölldöden. Ännu vänta båda problemen på sin slutgiltiga förklaring, och de av olika forskare omfattade teorierna ha växlat åtskilligt under det halva sekel som gått sedan MÜLLER-THURGAU på 80-talet offentliggjorde sina undersökningar. Omfattande forskningar hava resulterat i en ytterst vidlyftig litteratur (jfr HARVEY 1935), vars viktigaste resultat sammanställts bl. a. av ÅKERMAN (1927), MAXIMOV (1929) m. fl. De allra senaste forskningsresultaten ha emellertid bidragit till en delvis ny uppfattning i frågan.

5 MÜLLER-THURGAU konstaterade bildning av is uti vävnaderna i frostska-  
dade växtdelar, varvid det till is kristalliserade vattnet härrörde från cellerna, vilkas  
vattenförlust på ett eller annat sätt åstadkom skadorna, antingen genom plötslig  
uttorkning (MÜLLER-THURGAU 1880, 1886, MOLISCH 1897), genom att uttorkning  
jänte det vid isbildningen mellan cellerna förorsakade rent mekaniska trycket  
medförde plasmans död (MAXIMOW 1914, ÅKERMAN 1927, m. fl.), eller genom att  
i cellsaften lösta salter m. m. koncentrerades vid vattenavgivandet, varvid ägg-  
viteämnena i plasman skulle »utsaltas» och även förlora förmågan att återtaga  
sitt normala tillstånd (GORKE 1906, LIDFORSS 1907, m. fl.). Ytterligare har på se-  
nare tid antagits, att skadorna förorsakas genom en störning av plasmats struktur  
på grund av vattenavgivande samt isbildning inuti cellerna, en störning som blev  
bestående även efter upptinandet (STILES 1930); själv skadegörelsen antages upp-  
stå på grund av att hastigt upptinande gör det möjligt för vissa delar av cellerna  
att snabbt upptaga vatten, under det andra delar icke kunna återgå till sitt före-  
gående tillstånd med samma hastighet — plasman sönderslites, då den icke kan  
svälla i samma takt som vakuolerna taga till sig vatten (ILJIN 1933 a, jfr även  
ROBERTS 1922).

Köldhårdigheten har förklarats på olika sätt: MAXIMOW och ÅKERMAN antaga,  
att genom anhopning av socker och andra osmotiskt verksamma ämnen en för-  
hållandevis större del av vattnet i cellerna undanhålles från isbildning och förblir  
flytande (jfr ÅKERMAN 1927, sid. 28); LIDFORSS (1907) ansåg, att sockret verkade  
som skyddskolloid, och på så sätt förhindrade äggviteämnenas utsaltnings och  
denaturering. HARVEY (1918) såg i den förvärvade köldhårdigheten en förändring  
av protoplasman i det att äggviteämnena förändras, vilket hindrar utfällning av  
dess beståndsdelar vid frysning genom ökad saltkoncentration och surhetsgrad.  
ROSA (1921) fann att efter uppnående av köldhårdighet — hårdningen — hade det  
»fria» vattnet, vatten som lätt kunde frysas till is, minskat, men det »bundna»  
vattnet ökat. Han tillskrev cellernas ökade förmåga att kvarhålla vatten en  
ökning av mängden svällbara kolloider, en åsikt som delats av NEWTON (1922,  
1924), MARTIN (1927), MEYER (1928) m. fl., men som bemötts av bl. a. DOYLE &  
CLINCH (1926) samt WALTER (1931). MEYER (1932) har senare själv ändrat åsikt  
och antager grunden till köldhårdigheten vara att söka i några protoplasmas  
ännu okända fysikalisk-kemiska egenskaper.

I den senare litteraturen finna vi rätt genomgående ett framhållande av köld-  
hårdighetens sammansatta natur. LUNDEGÅRDH (1914) påpekade hurusom omsättnings-  
stärkelse ← socker är förbunden med »den ganzen protoplasmatischen  
Getriebe». STRAUSBAUGH (1921) betraktade hårdningen såsom följden av  
genomgripande förändringar i fråga om protoplasman. HARVEY (1930) tänker sig,  
att hårdningen kan vara att betrakta som en »köldshock», resultatet av en ret-  
ning, då den ej är proportionell mot produkten av tid och temperatur (jfr även  
WARTENBERG 1929). SCHAFFNIT & LÜDTKE (1932) finna vid temperaturändringar  
en förändring av vattenhalt, äggviteämnenas omsättning etc.; kort sagt, det  
totala fysiologiska tillståndet förändras vid hårdigheten — de se orsakerna till  
hårdningen, köldhårdigheten och kölldöden huvudsakligen i ämnesomsättnings-  
förhållanden.

Alla med hårdningen förbundna förlopp synas samverka till att höja det kolloi-  
dala plasmakomplexets motståndskraft, vilket antagligen sker genom fortskri-  
dande vattenavgivande. MUDRA (1932) framhåller, att hårdningen i huvudsak  
sker genom tvenne processer: dels minskas den totala vattenhalten, dels sker en

anhopning av lösliga kolhydrat; i båda fallen blir resultatet en ökning av osmotiska värdet i cellerna. Då plasmakolloiderna avgiva vatten höjes deras stabilitet. MUDRA finner de kolloidkemiska förändringarna vara det primära, det som bestämmer såväl ämnesomsättning som köldhårdighet och kölldöd.

SCHAFFNIT & WILHELM (1933) betona, att köldresistensen näppeligen kan bestämmas av en faktor, varken av osmotiska trycket, väteionkoncentrationen, sockerhalten, torrsubstanshalten eller halten av kväveföreningar av visst slag, utan endast av en totalverkan av samtliga ämnesomsättningsförlopp.

KESSLER (1935) har ingående behandlat köldhårdighetsproblemet. Han fann, i motsats mot ÅKERMAN (1927), att även om osmotiska värdet på konstlad väg höjdes till den maximala under vintern förekommande koncentrationen, så ändrades icke köldhårdigheten märkbart. Å andra sidan minskade hårdigheten hastigt vid tillsats av narkotika, ehuru osmotiska värdet förblev oförändrat. Icke heller väteionkoncentrationen visade sig stå i direkt orsakssammanhang med hårdigheten, ehuru surhetsgraden tydligt avtager under hårdningen och visar ett minimum under vintern. Utsaltningsteorin håller icke heller streck: de fällningar i pressaft från plantor (eller i äggvitelösningar) GORKE (1906), LIDFORSS (1907) och andra forskare iakttagit, och vilka förhindrades av närvaro av socker, utgöra nämligen huvudsakligen en utflockning av redan denaturerade plasma-partiklar, som i pressaft för övrigt endast till en ringa del utgöras av äkta äggviteämnen (SCHAFFNIT & LÜDTKE 1932). Avlägsnas partiklarna erhålles ingen fällning; enligt NORD (1932) icke ens vid en temperatursänkning till  $-180^{\circ}$ ! Ett ännu mera vägande bevis mot utsaltningsteorin giver ILJIN (1933 a): om efter långsamt upptinande en cell kan bibehållas vid liv, ehuru dess vakuol varit fullständigt frusen, så kan icke salt- resp. väteionkoncentrationen i cellsaften ha verkat förstörande på plasmakolloiderna. ILJIN uppställer istället följande teori. Genom den starka uttorkningen vid frysningen ske genomgripande ändringar i plasmats egenskaper och väl även dess struktur. Dessa ändringar torde emellertid vara av sådan art, att de kunna återgå till normaltillståndet, om blott återgången sker tillräckligt långsamt. Vid alltför hastigt upptinande ställes en för stor vattenmängd på en gång cellen till buds, varvid vissa plasmans beståndsdelar hastigare än andra taga till sig vatten. Följden blir vakuolisering och plasmans sönderflytande; vi få här en förklaring på betydelsen av att frusna växtdelar få upptina långsamt (jfr ÅKERMAN 1919). Denna teori stödes av att om embryoner utpreparerade ur frön av *Iris* fuktas, upptaga de vatten så hastigt, att döden följer, under det att de förbliva oskadade, om de tvingas till ett långsamt vattenupptagande (WERCKMEISTER 1934).

I god överensstämmelse med ILJINS iakttagelser stå KESSLERS, att köldhårdigheten sammanhänger med strukturella ändringar i plasman, och att endast sådana växter kunna hårdas, som vid sjunkande temperatur äro i stånd att i motsvarande grad förändra den levande substansens struktur och livsfunktioner. Plantornas ernående av köldhårdighet på hösten sammanfaller med deras ingång i vintertillståndet — överensstämmelser mellan köldhårdighet och vintervila ha tidigare påtalats av STRAUSBAUGH (1921) och POJARKOVA (1924) m. fl. Uppväckas plantor ur vintervilan genom att intagas i varmt rum, minskar deras hårdighet, liksom även om de behandlas med sådana medel, som påskynda drivning, t. ex. narkotika. Å andra sidan har det visat sig, att frön, som befinna sig i viltillstånd, och vilkas plasma har en mycket hög viskositet, äro utomordentligt köldhårdiga. KESSLER visar nu, att hårdiga plantor utmärkas av högre viskosi-

tet å plasman, och att vid en minskning av viskositeten även hårdigheten avtager. Dessa viskositetsändringar visa, att förändringar av plasmats struktur har ägt rum, och låta förmoda att det är strukturförändringar, som framkalla hårdigheten.

Till slut framhåller KESSLER, att viskositetsökningen med all sannolikhet beror på vattenavgivande, vilket sker på bekostnad av det fria vattnet i plasman. Då denna blir mindre vattenhaltig erfordras en större kraft för att beröva densamma det återstående vattnet; vid frysning behöves då en lägre temperatur för att åstadkomma en så långt gående uttorkning av plasman, att vissa dess beståndsdelar under upptinandet icke förmå återupptaga vatten snabbt nog. Denna teori förmår samtidigt förklara vintervilan: om plasman håller proportionsvis mycket vatten bundet, så att mellan plasmapartiklarna endast obetydligt med fritt vatten finnes, så förhindras givetvis mer eller mindre fullständigt de biokemiska processer, vilka till sin natur äro ytreaktioner.

Vi se således huru vattenhalten mer eller mindre direkt torde spela en mycket betydande roll för köldhårdigheten.

Givetvis är även protoplasmas sammansättning en faktor, som icke får underskattas. WILHELM (1935 *b*) har studerat halten av lipoider, särskilt fosfatider, i plantor efter olika nitrat- och fosfatgödning, samt konstaterat, att köldhårdigheten samvarierar med fosfatidhalten. Då fosfatiderna på grund av särskilda kolloidkemiska egenskaper äro av vikt för utbildandet av plasmans speciella struktur, måste förändringar av deras egenskaper och kvantitet medföra förändringar i plasmastrukturen och plasmakolloidernas stabilitet; förändringar, som vid minskad vattenhalt kunna föra till de normala funktionernas förhindrande och därigenom även till protoplasmas död.

Betydelsen av halten och arten av tillförda mineralsalter har behandlats av SCHAFFNIT & WILHELM (1933) samt av WILHELM (1935 *a, c*).

I det sistnämnda arbetet redogör WILHELM för försök med kulturväxter vilka skadas och dödas redan av temperaturer över 0°. Orsakerna till skadorna vid nämnda temperaturer finner han i vatten- och äggviteämnesshushållningen: då temperaturen närmar sig fryspunkten minskas genomsläppligheten för vatten, varigenom vattenbrist uppkommer, som slutligen leder till plantans förtorkande; samtidigt, men oberoende av vattenförhållandena, nedbrytas äggviteämnena till enklare kväveföreningar, detta ledande till en äggvitebrist, som även den kan föra till cellernas död. Någon anhopning av skadligt verkande ämnesomsättningsprodukter (jfr t. ex. SELLSCHOP & SALMON 1928) kunde icke konstateras. Utsättas plantor av detta slag för temperaturer under fryspunkten blir döden den omedelbara följden av isbildning i vävnaderna.

### SAMMANFATTNING.

Olika teorier hava under tidernas lopp uppställts för att förklara såväl orsaken till växters köldhårdighet, som förloppet vid inträffande kölldöd. Kölldöden har hänförts till cellernas uttorkning, till skador genom isbildning i och omkring cellerna, till cellinnehållets olika svällningsförmåga, samt till förändringar i ämnesomsättningsförhållandena. Förmåga att undgå kölldöden, alltså köldresistensen, beror då närmast på

huru ovannämnda skador kunna undvikas; köldresistensen har satts i samband med förhållanden, som hindrar uttorkning och isbildning i cellerna t. ex. låg vattenhalt, hög sockerhalt, stor mängd svällbara kolloider etc. Senare tiders forskningsresultat ha emellertid fört fram till att köldhårdigheten närmast kan betraktas som en yttring av plantans fysiologiska allmäntillstånd. Detta utesluter dock alldeles icke, att man i osmotiska värdet, torrsubstanshalten, sockerhalten o. s. v. finner värden, som i stort sett samvariera med köldresistensen; därvid kan ibland torrsubstanshalten, ibland sockerhalten, ibland ytterligare något annat värde visa den bästa överensstämmelsen med hårdigheten. I varje fall torde köldhårdigheten vara resultatet av en förändring av komplex natur — hårdningen. — Det är att förvänta, att alla sådana förändringar av i växterna anträffade ämnen, som mer eller mindre regelbundet uppträda vid den kalla årstidens begynnande, vegetationsperiodens avslutning och vintervilans inträdande, mer eller mindre direkt äro förbundna med köldhårdighetens ernående.

### KAP. 3. ÖVERSIKT ÖVER ÅRSVARIATIONER AV VISSA I CELLERNA FÖREKOMMANDE ÄMNER JÄMTE SAMBAND MELLAN KÖLDHÄRDIGHET OCH KONCENTRATION AV SAMMA ÄMNER.

Även den korta översikt över dessa årsvariationer och den betydelse de olika varierande ämnena tillmätts för köldhårdigheten och plantornas ekologi, som — utan anspråk på fullständighet — följer i detta kapitel, torde på sitt sätt giva en uppfattning om de genomgripande förändringar i den allmänna fysiologiska inställningen, som följer med växtens ingång i vintertillståndet, och vilka förändringar, alltså hårdningen, medföra såväl en ökning av köldhårdigheten, som desslikes ett inträdande i en mer eller mindre djup och långvarig vintervila.

Granska vi vilka ämnen det är, som visa en mer eller mindre tydlig årstidsvariation av nämnda slag, finna vi även, att det till stor del är just samma ämnen, som befunnits i olika kvantitet ingå i vävnaderna av växter med sinsemellan olika köldhårdighet. Om en och samma växtart utmärkes genom högre sockerhalt under vintern än under hösten, har även som regel en köldresistentare varietet av arten högre sockerhalt under vintern än en ömtåligare.

Det kan därför vara av intresse att sammanställa en del av de i cellerna befintliga viktigare och mera undersökta ämnernas variationer med årstiden, och då speciellt under hösten, ävensom att studera de samband man under olika förhållanden funnit mellan olika växters köldhär-

dighet och de varierande ämnenas koncentration. Vilka omvandlingar av cell-innehållet, som därvid äro de primära, eller vilka som äro av direkt betydelse för graden av köldhårdighet eller vintervilans djup, därom kan för närvarande intet med bestämdhet sägas. Trots den regelbundenhet, varmed de flesta av de nedan nämnda omvandlingsförloppen återfinnas hos olika växter, råder dock icke någon fullständig likformighet, varav man torde kunna sluta, att det för viloperioden avpassade tillståndet i cellerna kan åstadkommas på olika sätt.

Största betydelse synes dock under alla omständigheter vara att tillmäta växtens hydratur, d. v. s. det tillstånd, som utmärker det i växtens vävnader befintliga vattnet (WALTER 1931). Vi finna således under hösten icke endast ett avtagande av vattenhalten i förhållande till friskvikten (PENHALLOW 1886), utan även förskjutning av förhållandet mellan »fritt» och »bundet» vatten (ROSA 1921), vilket i själva verket endast är ett annat uttryck för det osmotiska värdet (WALTER 1931).

### Osmotiskt värde.

En översikt över det osmotiska värdets förändringar hos olika växter under olika årstider i olika klimat giver WALTER (1931). Vad barrträden beträffa meddelar WINKLER (1912—13) i samband med undersökningar över köldhårdigheten, att osmotiska värdet ökas under vintern. Studier över årsvariationerna ha senare utförts å olika barrträd, *Picea canadensis* (LEWIS & TUTTLE 1920, 1923), *Picea Engelmanni* (GOLDSMITH & SMITH 1926), *Abies grandis*, *Pinus ponderosa*, *Pseudotsuga taxifolia* (GAIL 1926), *Pinus rigida* (MEYER 1928, GAIL & CONE 1929), *Pinus silvestris* (STEINER 1933), *Pinus silvestris* och flera andra *Pinus*-arter (GRAHLE 1933), *Pinus Cembra* (CARTELLIERI 1935). Resultaten överensstämja i princip med vad DIXON & ATKINS (1915) konstaterat för vintergröna växter (*Hedera* och *Ilex*), samt vad URSPRUNG & BLUM (1916) funnit för örter, nämligen att det osmotiska värdet är högre under vintermånaderna än tidigare på hösten.

Samband mellan osmotiska värdet vid gränsplasmolys och vinterhårdigheten har för rågsorter konstaterats av BUHLERT (1906) och senare för vete bl. a. av GOVOROV (1923) och ÅKERMAN (1927). Samband mellan köldhårdighet och frys-punktsnedsättningen i pressaft har påvisats av OHLWEILER (1912) och CHANDLER (1913). Ett negativt samband mellan hårdighet och kvantitet utpressbar saft fann NEWTON (1924).

Mer eller mindre direkt förbundna med osmotiska värdet äro säkerligen även de differenser i fråga om rothållfasthet, som KOKKONEN (1929) funnit hos olika rågsorter. De vinterhårdigaste sorterna visade stor tänjbarhet, som hos finsk Isalmi-råg uppgick till 54 %, men hos tysk Petkus-råg till blott 28 % av den ursprungliga längden. På samma sätt varierade draghållfastheten. I betraktande av de stora skador uppfrysningen medför, är det givet, att rothållfastheten är en för övervintringen synnerligen betydelsefull faktor.

Likasa står cellstorleken i beroende av osmotiska trycket under tillväxten (jfr WALTER 1931), varför i detta sammanhang även kan påpekas den betydelse för minskad isbildning i vävnaderna, som WIEGAND (1906) fastställt medfölja småcellig vävnad och låg vattenhalt.

### Torrsubstanshalt.

Höjningen av det osmotiska värdet kan äga rum på olika sätt. Vid hårdning vid temperatur över fryspunkten sker anrikning av socker, under det att vid hårdning då fryspunkten underskridits det genom transpirationen förlorade vatten icke kan ersättas (jfr TUMANOW 1931). Vare sig förändringen av osmotiska värdet sålunda närmast är förbundet med en ökning av de osmotiskt verksamma ämnen, eller med ett allmänt avtagande av vattenhalten vid i huvudsak bibehållen kvantitet torrsubstans, så kommer detta att visa sig i förändrad halt av torrsubstans i förhållande till friskvikten. Hårdningen utmärkes därför av tilltagande torrsubstanshalt.

Hos olika växtarter kunna växlingarna i det osmotiska värdet åstadkommas på skilda sätt. Enligt de undersökningar, som vid Heidelberg utförts av STEINER (1933), skall hos *Buxus* variationerna i osmotiskt värde huvudsakligen betingas av växlingar i vattenhalten, medan hos tallen sådana växlingar sakna betydelse, under det att osmotiska värdet bestämmes av sockerhalten; *Taxus* åter intager en mellanställning. MEYER (1918, 1929, 1932) fann i barr av *Pinus rigida*, CARTELLIERI (1935) i barr av *Pinus Cembra* en större torrsubstanshalt under vintern, och GOLDSMITH & SMITH (1926) ha visat, huru under hösten vattenhalten avtagar i barr av *Picea Engelmanni*, varvid vattenhaltens avtagande ökar med höjden över havet.

En högre torrsubstanshalt har i åtskilliga fall konstaterats sammanfalla med en minskad isbildning i vävnaderna (WIEGAND 1906) och med en större köldhårdighet, såsom visats för vete av SEELHORST (1910), SINZ (1914) och senare även ÅKERMAN (1927), för äppelträd av BEACH & ALLEN (1915), för persikoknoppar av JOHNSTON (1919), för plommonträd av STRAUSBAUGH (1921) och för kålsorter av LAMPRECHT (1925), för att nämna några exempel. I andra fall har däremot något sådant samband icke anträffats (CHANDLER 1913, GOVOROV 1923, CONSTANTINESCU 1933). I de fall en ökning av torrsubstanshalten förekommer, torde den dock utan tvivel vara av betydelse för köldhårdigheten; åvägabringar man genom lämpliga åtgärder en höjning av torrsubstanshalten i vävnaderna, så uppnås som regel en större köldresistens både i fråga om växter (CHANDLER 1913, TUMANOW 1931) och insekter (jfr UVAROV 1931).

### Stärkelse.

Ett sätt för växterna att öka det osmotiska värdet är genom omvandling av stärkelse till socker. Ett försvinnande av den vid vegetationsperiodens slut upplagrade stärkelsen observerades av REICHARDT (1871) i en del fall, bekräftades senare som regel av MER (1879) beträffande träd och av ROSENBERG (1896) beträffande örter. Beroende på växtarten försvinner stärkelsen mer eller mindre fullständigt (SCHULZ 1888, FISCHER 1891: »stärkelseträd» och »fett-träd», jfr nedan), Temperaturförhållandena spela därvid stor roll, i det att låg temperatur medför stärkelseupplösning, under det att stärkelse återbildas vid temperaturförhöjning (OVERTON 1899, MIYAKE 1902, NIKLEWSKI 1906, jfr även REICHARDT). Stärkelsehalten under vintern visar sålunda en variation motsatt det osmotiska värdets. Sedan stärkelsen på våren återbildats, sker i samband med knopparnas utväxande en ny stärkelseupplösning. Graden av stärkelseupplösningen under vintern, som i nordliga trakter hos bl. a. gran och tall torde bli i det närmaste fullständig (ANTEVS 1916), synes minska ju mildare vintrarna äro. I Bayern

finner sålunda FABRICIUS (1905) stärkelsen hos gran i rätt stor utsträckning bevarad oomvandlad vintertid. I England är dock tallens stam fri från stärkelse under januari—februari (WIGHT 1933).

### Sockerarter.

Vid stärkelsens upplösning fann redan FISCHER (1888) bildning av druvsocker, glykos, i viss utsträckning, en iakttagelse, som därefter verifierades av LIDFORSS (1896, 1907) och andra. Som ovan påpekats ansåg LIDFORSS det så uppkomna sockret vara av direkt betydelse för köldhårdigheten. En lång rad forskare ha sedan fastställt en vanligen mycket god överensstämmelse mellan sockerhalt och hårdighet, däribland för vetesplanter GASSNER & GRIMME (1913), ÅKERMAN & JOHANSSON (1917), ÅKERMAN (1927), för rågplanter ÅKERMAN, ANDERSSON & LINDBERG (1935), samt för vitkålsorter LAMPRECHT (1925) — den motsatta erfarenheten har man erhållit vid försök med korn, där sockerhalten ibland t. o. m. kan vara större hos de mindre hårdiga sorterna (CONSTINESCU 1933).

Utom som mer eller mindre direkt verkande köldskydd har sockret givetvis även stor betydelse som andningsmaterial, varför växter skadas mera under långa vintrar än under korta (TUMANOW 1931).

Sockerarterna visa en årsvariation överensstämmande med det osmotiska värdets. Enligt STEINER (1933) bero förändringar i detta senare under den kallare årstiden väsentligen just av den då högre sockerhalten i cellsaften, vad beträffar *Pinus silvestris*, *Hedera* och *Ilex*. För tallen uppgives den del av osmotiska värdet, som förorsakas av i cellsaften lösta sockerarter uppgå till en tredjedel under sommaren, men under vintern till närmare hälften. PITTIUS (1935) kommer till överensstämmande resultat ifråga om *Hedera* och *Ilex*, men framhåller, att osmotiska värdet tilltager under vintern, även om sockrets inflytande borträknas.

Förutom glykos och fruktos (jfr PITTIUS) bildas även rörsocker. MAXIMOW & KRASNOSSELSKY-MAXIMOW (1917) påvisade sålunda för ett antal olika träd och örter, huru i december halten av rörsocker såväl som av glykos var avsevärt större än under maj. MUDRA (1932) fann hos vetesorter rörsockerhalten under hårdningen tilltaga hastigare än halten av glykos, liksom tidigare även NEWTON & BROWN (1926). I detta fall kunde det dock icke vara fråga om någon omvandling av redan befintlig stärkelse — sådan fanns nämligen knappast alls — utan var sockerhaltens ökning säkerligen beroende på att assimilationen övervägde andningen (jfr TUMANOW 1931); sortskillnaden gjorde sig alltså i detta fall gällande såsom olika assimilations- resp. andningsintensitet vid lägre temperatur. Betydelsen av rörsockret torde vara tvåfaldig; dels kan rörsocker vid behov klyvas i två molekyler glykos, och därigenom åstadkomma en kraftig stegring av osmotiska värdet (jfr STEINER), dels angives rörsockret ha »eine besonders hohe Entquellungsfähigkeit», varigenom det skulle utöva en större uttorkande effekt på plasmakolloiderna än vad som motsvarade dess osmotiska tryck (MUDRA 1932). Vi finna även hos de köldhårdigare vetesorterna en större del av totalsockret efter hårdningen utgöras av rörsocker (TUMANOW 1931, MUDRA 1932). I fråga om halten av rörsocker finnes en synnerligen påtaglig olikhet mellan tall och gran, i det att barr av granplanter, särskilt sådana av nordlig härkomst, innehålla jämförelsevis mycket mera rörsocker (LANGLET 1934 b) än barr av tallplanter av motsvarande proveniens.

Anmärkningsvärd är i detta sammanhang även den större del av totalsockret som i vitkål utgöres av rörsocker vid odling å nordligt belägna orter (LAMPRECHT 1928).

Sammanfattande kunna vi säga med WILHELM (1935 a), att sockerarterna utan



tvivel äro betydelsefulla för köldhårdigheten, vare sig de på osmotisk väg eller på annat sätt motverka plasmakolloidernas utfällning, varjämte de även tjäna som material för andningen.

### Fettämnen.<sup>1</sup>

MER (1879) iakttog samtidigt med stärkelseupplösningen en ökning av cellernas innehåll av fett. FISCHER (1891) skiljer mellan »Stärkebäume» och »Fettbäume»; till de förra räknar han träd, där stärkelsen under vintern endast försvinner ur barken, men ej ur veden — av stärkelsen bildas huvudsakligen glykos; till de senare räknar han träd, där även stärkelsen i veden ombildas — här till fett, med undantag av att även i detta fall en del glykos bildas i barken. ANTEVS (1916) påpekar förekomsten av ett ämne, som till sin färgreaktion avviker från typiska fettämnen. MEYER (1918) förnekar förekomsten av fett som reservnäring under vintern och anser vad som tidigare gått under denna benämning vara en avfallsprodukt av obekant slag (jfr även DOYLE & CLINCH 1927); detta okända ämne visade emellertid icke någon årstidsvariation, varför MEYERS slutsatser icke få generaliseras.

TUTTLE (1919, 1921) uppgiver som regel för undersökta träd och buskar — varibland *Picea canadensis* och *Pinus Banksiana* — fett och olja som reservnäring under vintern. KORSTIAN (1924) fann hos ett flertal trädarter under vintern en kraftig fettreaktion i barren vid prov med osmiumsyra. Fetthaltens årsvariation är således liksom sockrets motsatt stärkelsens (jfr NIKLEWSKI 1906), vilket av GAUMANN (1935) visats vara förhållandet även i bokens bark.

Huruvida det upplagrade fettet har någon direkt betydelse för köldhårdigheten, som FISCHER, LIDFORSS och även ANTEVS antaga, har ännu icke kunnat påvisas. Möjligen kan fettet såsom reservnäring ha sin betydelse däruti, att det i motsats till socker icke har någon osmotisk verkan; i detta förhållande ser WEBER (1909) en anpassning till otillräcklig vattentillgång. Ehuru ett relativt högt osmotiskt värde är av betydelse för köldhårdigheten, gäller det emellertid samtidigt, att det osmotiska värdet icke får överstiga ett visst maximum (WALTER 1931); så t. ex. dog murgrodnans blad, då på grund av omständigheterna det osmotiska värdet under vintern 1929 nådde en höjd av 25 atmosfärer (jfr även ILJIN 1933 b). Det kan därför vara av största betydelse för övervintringsförmågan, att en del av reservnäringen kan upplagras i en såväl koncentrerad som stabil och osmotiskt överksam form. Därvid märkes även, att vid oxidation av fett uppstår ungefär dubbelt så mycket vatten, som vid oxidation av stärkelse (PARNAS 1926).

Beträffande bildningen ur stärkelse hava fett och socker gemensamt, att de uppstå, då vattenhalten avtager, men i motsatt fall återbildas till stärkelse (LUNDGÅRDH 1914). LUNDGÅRDH betonar dock särskilt, att omsättningen stärkelse-socker är intimt förbunden med protoplasmas förhållanden i dess helhet, liksom även oljebildningen icke äger rum allenast till följd av minskad vattenhalt, utan följer av att hela ämnesomsättningen länkas in på nya banor. Vid minskad vattentillgång bildas ur stärkelse i första hand rörsocker, som därefter kan spjälkas till druvsocker (SCHROEDER & HORN 1922, HORN 1923, jfr även VASSILJEV 1931). Bildningen av olja ur kolhydrat har behandlats även av BÜCKLE (1929); omvandlingen av fett till kolhydrat av ZELLER (1915 a).

<sup>1</sup> Benämningen fettämnen är här strängt taget oegentlig, då det i de flesta fall alls icke undersökts, huruvida några fettämnen verkligen föreligga. Egentligen skulle rubriken vara: ämnen, som vid behandling med kemiska reagens i viss utsträckning visa liknande reaktion som fetter, särskilt svärtning med osmiumsyra.

### Hemicellulosa.

En tredje omvandlingsprodukt ur stärkelse, vilken med fettet delar egenskapen att vara relativt stabil samt osmotiskt överksam, är reservcellulosa eller hemicellulosa. Bildningen av hemicellulosa börjar enligt SCHELLENBERG (1905) samtidigt med att stärkelsen börjar upplösas, och fortgår till dess kolden stoppar omsättningen; på våren sker en upplösning av hemicellulosa. I stort sett samma förlopp meddelar GÄUMANN (1935) beträffande hemicellulosa i kvistar och bark m. m. av bok. Även här föreligger sålunda ett exempel på en årsvariation överensstämmande med variationerna av fett och socker. Hemicellulosa förekommer vanligen i stora kvantiteter i vedväxter, hos t. ex. äppelträd utgör den enligt MURNEEK (1929) en större del av upplagsnäringen än socker och stärkelse tillsammans.

En grupp till hemicellulosa hörande ämnen utgöras av pentosaner, som enligt ROSA (1920, 1921) och HOOKER (1920b) utgöra svällbara kolloider som betinga köldhårdigheten. DOYLE & CLINCH (1926 a, b) undersökte pentosanhalten hos ett antal barrträd, men funno icke något samband mellan denna och köldhårdigheten under olika årstider; de framhålla dessutom, att Rosa funnit ökad halt av både pentosan och socker samtidigt, varför det är onödigt tillskriva pentosanerna någon direkt betydelse för köldhårdigheten. Någon anledning varför icke pentosanerna i viss mån skulle kunna bidra till köldhårdigheten har dock icke förebragts; medan DOYLE & CLINCH angiva att de vattenlösliga pentosanerna under vintern vanligen äro i minimum, finna samtidigt NEWTON & BROWN (1926) i pressaft ur veteplantor under hösten ökad halt av pentosaner såväl som socker, etc. (jfr även RIGG & CAIN 1929). Skillnaden i resultat må dock ses mot bakgrunden av att den negativa erfarenheten gjordes på Irland, den positiva i Kanada, vilket betyder en avsevärd differens i fråga om klimatet — oavsett skillnaden i fråga om försöksobjekt! Till slut må framhållas, att minskad vattenhalt kan föranleda en ökning av pentosanhalten (SPOEHR 1919).

### Kvävehaltiga ämnen.

Beträffande kvävehaltiga ämnen föreligga uppgifter om ökning av proteinhalten i pressaft av veteplantor under hösten (NEWTON & BROWN 1926) samt om en liknande ökning av kvävehaltiga ämnen i blad av vintergröna plantor, däribland *Pinus Cembra* (SATTLER 1929), vilken ökning om våren följes av ett avtagande. Även kvalitativt sker en förändring av äggviteämnena så att vid hårdningen under hösten halten av mindre sammansatta föreningar, aminosyror, tilltager (SCHAFFNIT 1910, HARVEY 1918). SATTLER framhåller även, att de lösliga kvävehaltiga ämnena under vinter och vår samt särskilt vid tiden för lövsprickningen förekomma i avsevärt större mängd än under sommaren. Även halten av kvävehaltiga ämnen har satts i samband med köldhårdigheten. Så fann SINZ (1914) hos hårdigare vete sorter förutom högre torrsubstanshalt även högre halt av total-kväve; senare ha liknande resultat meddelats av NEWTON (1924) och MUDRA (1932), liksom av LAMPRECHT (1925) ifråga om kålsorter. Å andra sidan har bristande överensstämmelser påtalats av NEWTON & BROWN (1926), samt senast av WILHELM (1935 a, b). NEWTON, BROWN & ANDERSSON (1931) ha även påvisat, att vid låg temperatur nedbrytningen av de komplicerade äggviteföreningarna till enklare dylika äger rum på samma sätt i veteplantor av olika hårdighet, varför de finna

antagligt, att nedbrytningen endast är en följd av den låga temperaturen snarare än en anpassning till densamma. — Är köldhårdigheten en yttring av en genomgripande förändring av plasmans struktur och ämnesomsättningsförlopp, förefaller det dock troligt, att även halten av kvävehaltiga ämnen, eller i varje fall proportionerna dylika emellan kunna förändras vid hårdningen.

### Enzymer.

Av stort intresse äro de variationer man funnit beträffande mängden av i växter uppträdande enzymer. Dessa ämnen, som ju ha sin betydelse genom att underlätta reaktionsförlopp, vid vilka de själva icke förbrukas, äro för växternas livsförrättningar oundgängligen nödvändiga. De i det följande nämnda enzymerna äro följande: oxidas, som efter upptagande av syre avgiver detsamma i en mer aktiv form och därigenom underlättar oxidering och möjliggör oxidering även av ämnen, som icke direkt kunna binda syret i luften; lipas, som vid tillräcklig vattentillgång åstadkommer sönderdelning av fett till glycerin och fria fettsyror, men vid mindre vattentillgång istället medverkar till syntes av fett; diastas, som spjälkar stärkelse till socker; proteas, som nedbryter äggviteämnen till enklare beståndsdelar, samt till sist katalas, som sönderdelar vätesuperoxid i vatten och syre. Man har antagit, att katalasens uppgift är att utgöra ett skydd mot anhopning i vävnaderna av vätesuperoxid (LOEW 1901). DOYLE & O'CONNOR (1930) förutsätta möjligheten av att katalas är en labil biprodukt vid ämnesomsättning snarare än ett enzym av fysiologisk betydelse. GUNDEL (1933) anser det dock säkert, att katalasen fyller någon bestämd och livsviktig roll i det biologiska oxidations-systemet, som bl. a. skulle bestå i att uppstående vätesuperoxid oskadliggöres. Katalasens betydelse framgår till fullo av ett försök utfört av SHIBATA & YAKUSHIJI (1933), som genom att tillsätta ett specifikt katalasgift, hydroxylamin, snabbt åstadkom en sådan nedsättning av assimilationen, att t. o. m. i ljus en utsöndring av  $\text{CO}_2$  ägde rum.

TUTTLE (1919) konstaterade förekomsten av oxidas i blad av *Linnéa* även vid låg temperatur; lipas träffades i blad som undergingo förändring. DOYLE & CLINCH (1928) samt DOYLE & O'CONNOR (1930) fastställde, att katalashalten i barr tilltog på hösten, förblev hög under vintern även vid temperaturförhöjning, varefter halten sjönk på våren, ofta mycket hastigt. MANSKAJA & SCHILINA (1931) funno å Krim i genomsnitt hög halt av såväl katalas som diastas hos *Cornus mas*, syren och fågelbärsträd, dels under midvintern, dels vid tiden för lövsprickningen. Samtidigt meddelade NEWTON & BROWN (1931), att i veteplantor katalashalten under hösten befunnits vara högst samtidigt som sockerhalten närmade sig sitt maximum; undersökningen omfattade fyra sorter med olika grad av köldhårdighet och gav vidare vid handen, att de hårdiga sorterna utmärktes av en proportionsvis större katalashalt. De hårdigare sorterna kännetecknas emellertid vid låg temperatur av en lägre andningsintensitet än de ömtåligare, varjämte andningsintensiteten även avtager vid hårdningen (NEWTON & ANDERSSON 1931, liksom även GOVOROV 1923 och DE LONG 1930). Den ökade katalashalten kan därför i detta fall knappast tyda på en större aktivitet, utan får väl närmast anses beteckna en ökad vitalitet. — Redan tidigare hade PRONIN (1928, enl. LISCHKEWITSCH & PRIZEMINA 1929) påvisat, att hos tidigt mognande vetesorter är halten av katalas såväl som av diastas betydligt större än hos sent mognande. — KLING (1931, enl. TYSDAL 1934) har funnit överensstämmelse mellan köldhårdighet och proteashalt hos sädesslag.

Av stort intresse äro de undersökningar TYSDAL (1934) utfört över diastas i

lupin. Han undersökte den mängd socker (maltos), som per tidsenhet bildades ur stärkelse efter tillsats av extrakt ur mald växtmassa, varvid användes dels extraktet i ursprungligt skick (»ursprunglig aktivitet») dels extrakt, som upphettats till c:a 70° under 10 minuter (»skyddad aktivitet»). Det visade sig då, att den ursprungliga aktiviteten var förbunden med tillväxthastigheten och icke med köldhårdigheten, icke ens under hösten vid hårdning; någon större variation med årstiden påträffades icke. Emellertid visade det sig, att av en viss mängd stärkelse kunde på samma tid erhållas mera socker vid användande av extrakt från plantor på hösten än på våren, samt likaledes mera socker med extrakt från hårdigare sorter. Beträffande den »skyddade» aktiviteten erhöles däremot en tydlig variation med årstiden: den tilltog hastigt på hösten, nådde i oktober—november ett maximum, som räckte till januari, varefter ett gradvis avtagande ägde rum resulterande i ett minimum i april. På hösten visade de hårdigare sorterna betydligt högre värden än de ömtåligare. Skillnaderna minskades mot midvintern och voro utplånade på våren. TYSDAL fann, att tillsats av socker eller aminosyror mycket kraftigt bidrogo att skydda diastasens aktivitet vid upphettningen. Då således diastasen skyddas mot hetta av samma ämnen, vilka i större mängd uppträda i köldhårdiga plantor och bildas under hårdningen, synes ett samband föreligga mellan hårdigheten och den »skyddade» aktiviteten hos diastasen. Denna samverkan mellan socker och aminosyror samt ett (eller kanske flera?) av de livsviktiga enzymerna ter sig särskilt intressant i ljuset av den uppfattning, som i köldhårdigheten ser en totalverkan av ämnesomsättningsförloppen (SCHAFFNIT & LÜDTKE 1932).

### Surhetsgrad.

En faktor av största betydelse för enzymernas aktivitet är även surhetsgraden eller väteionkoncentrationen, pH (jfr EULER & MYRBÄCK 1922, MYRBÄCK & MYRBÄCK 1931). HARVEY (1920) fann katalasens aktivitet ökas då surhetsgraden minskade (jfr även OVERHOLSER 1928) och även TYSDAL (1934) fann surhetsgraden vara synnerligen betydelsefull för den »skyddade» aktiviteten.

Beträffande barrträden ha DOYLE & CLINCH (1926 a) uppgivit, att surhetsgraden visar ringa variation med årstiden. GOLDSMITH & SMITH (1926) funno beträffande *Picea Engelmanni*, att surhetsgraden i pressaft ur barr visade ett minimum i augusti—september, samt maxima dels i december, dels i juni; på högre belägna ståndorter funno de en större surhetsgrad. Till samma resultat kom GAIL (1929) vid en motsvarande undersökning av *Pinus ponderosa*: surhetsgraden var förhållandevis hög under vintern. Den av dessa författare angivna årstidsvariationen är emellertid rakt motsatt de erfarenheter, som gjorts av andra. Sålunda uppgiver MITRA (1921) för äppelträd, att surhetsgraden är hög under sommaren, men låg under vintern, då den närmar sig neutralitet. Tillsamma resultat kom ABBOTT (1923) vid undersökning av äpple- och persikoträd, samt ANDERSEN (1929) vid undersökning av päron- och aprikosträd. Enligt GÄUMANN (1935) synes hos bok kvistar och grenbark vara surare under sommaren än på vintern, och PITTIUS (1935) finner halten av organiska syror kraftigt öka vid lövsprickningen. KESSLER (1935) fann vid undersökning av murgröna, *Saxifraga cordifolia* samt *Sempervivum glaucum*, huru surhetsgraden icke blott avtager under hösten för att nå ett minimum i början av december samtidigt med att köldhårdighet och osmotiskt värde nå maximum, utan kunde även liksom SCHAFFNIT & WILHELM (1933) följa, huru surhetsgraden avtager vid hårdningen, och således p<sub>H</sub>-värdet även på så sätt samvarierar med osmotiska värdet och köldhårdig-

heten. KESSLER visade dock samtidigt, att något direkt samband mellan surhetsgrad och köldhårdighet icke existerar.

Ett samband mellan mottagligheten för svampinfektion och den under växtens utveckling växlande surhetsgraden påvisas av TROPOVA (1929); en ev. variabilitet i surhetsgraden olika sorter eller provenienser emellan kan sålunda ha direkt betydelse för graden av immunitet mot parasitsvampar.

### Garvämnena.

Garvämnenas förekomstsätt har sedan länge tilldragit sig intresse. WARMING (1883) påpekade den allmänna förekomsten av garvsyra i epidermis av övervintrande blad, och satte även garvsyrans förekomst i samband med hårdigheten mot köld. SCHULZ (1888) undersökte blad av ett större antal vintergröna växter med avseende å upplagsnäringen samt särskilt i fråga om garvämnenas förekomst. I barr av tall fann han i mitten av september tydlig stärkelsereaktion, men garvsyra endast i enstaka celler; i november kunde icke mera någon stärkelse påvisas, men alla gröna celler innehöllo garvämnena, vilka vid en senare tidpunkt ju åter måste försvinna, för att septembertillståndet skall kunna återställas. RENWALL (1912) erhöill vid undersökning av bark och ved av en del lövträd vid prov med kaliumbikromat samma garvsyrereaktion i april som under vintern. HAUCH & KÖLPIN RAVN (1913) åter funno hos ek garvämnenas halt vara störst mitt i vintern. De anse sig icke kunna sätta garvämneshalten i direkt samband med hårdigheten, men framhålla dess storlek som ett tecken på graden av skottens uppnådda »mognad». GOLDSMITH & SMITH (1926) angiva för halten av garvämnena (tannin) ett minimum under sommarmånaderna och ett maximum i början av hösten, men förekomsten var mycket oregelbunden (jfr även LARKUM 1914). GÄUMANN (1935) framhåller, att någon regelbunden årstidsvariation icke kunnat konstateras beträffande garvämnena i bark av bok, vilket däremot är fallet i bark av äkta kastanje samt även i fällda stammar av bok, där garvämnena visa en tydlig ökning under vintern.

Garvämnenas betydelse är långt ifrån klarlagd. MC NAIR (1930) liksom WARMING sätter garvämnenas förekomst i epidermis av vintergröna blad samt i barken av växter i tempererade klimat i samband med köldhårdigheten; något direkt orsakssammanhang har dock icke kunnat påvisas. PITTIUS (1935) anser garvämnena vara helt eller åtminstone i det närmaste osmotiskt överkamma, vilket snarast skulle tala emot en direkt betydelse för köldresistensen.

Man torde kunna antaga, att särskilt socker tjäna som utgångsmaterial för garvämnenas bildande, och sockerhalten ökar ju under hösten. Garvämnena ha av PALLADIN (1912 och tidigare) betraktats som upplagsämnen, vilka kunna vid omsättning lämna ämnen, som spela viktig roll vid växternas andning. Viktigare för den antagna betydelsen för köldhårdigheten torde då vara att garvämnena synas vara av betydelse för permeabilitetsändringar i plasmans gränsskikt mot vakuolerna (jfr KOSTYTSCHEW 1926), och så spela en roll för vattenhushållningen. FITTING (1919) observerade permeabilitetsvariationer med årstiden: under sommaren var permeabiliteten hög, under vintern avtog den. Detsamma har GAHLEN (1934) funnit i fråga om bladceller av *Elodea*; permeabiliteten för vatten synes avtaga parallellt med stärkelseupplösningen.

VASSILIEW (enl. KOSTYTSCHEW 1931) har visat på en viktig skillnad mellan vetearter, som äro ömtåliga resp. hårdiga mot torka, i det att de förra reglera transpirationen med klyvöppningarna, medan beträffande de senare transpirationen

huvudsakligen regleras av vattencirkulationen, det med vissnandet ökande osmotiska värdet samt antagligen även av förändringar i plasmans permeabilitet för vatten. Hårdighet mot torka och köld uppnås på i princip delvis samma vägar (t. ex. MAXIMOW 1929), varför det ligger nära till hands att sätta en minskad permeabilitet i orsakssammanhang med den under vintern minskade transpirationen (jfr WEAVER & MOGENSEN 1919). ALLEN (enl. CHANDLER 1913) fann en direkt korrelation mellan hårdigheten hos äppelsorter och den hastighet, varmed deras kvistar avgåvo vatten under vintern, och IWANOFF (1924) anser vedväxternas nordgränser i främsta rummet bestämmas av de i vintervila befintliga skottens transpiration; RIASANZEW (1934) har bekräftat, att de nordligt förekommande barrträden under vintern transpirera svagare än i sydligare trakter förekommande barrträd.

### Mineralämnen.

Med hänsyn till den betydelse för köldskador man tillmätt en »utsaltning» av äggviteämnen på grund av ökad koncentration av salter i cellsaften, då denna mister vatten på grund av uttorkning eller isbildning, kan det vara av intresse att något beröra variationer i fråga om den elektrolytiska ledningsförmågan. Enligt GOLDSMITH & SMITH (1926) följer ledningsförmågan i stort sett vattenhalten, vilket betyder att saltkoncentrationen i saften avtager under vintern. Till samma resultat kom ANDERSEN (1929): totala elektrolythalten följer surhetsgraden och visar alltså ett maximum på sommaren och ett minimum på vintern. Detsamma gäller de oorganiska salterna var för sig. Fosfat visar en stor ökning under mars—april. Enligt HOOKER (1920 a) och ABBOTT (1923) skulle fosforhalten stiga från låga värden i oktober till höga i november, hastigare än vad fallet är med totalkväve; ABBOTT förmodar därför, att det mycket starka buffertämne, som reglerar surhetsgraden (jfr även MUDRA 1932) utgöres av fosfat. En bättre överensstämmelse med ANDERSEN torde erhållas, om man sätter den höga fosforhalten i samband med halten av fosfatider, vilkas kvantitet WILHELM (1935 b) funnit samvariera med köldhårdigheten.

SINZ (1914) fann hos hårdigare vetearter en lägre askhalt (jfr även RIGG & CAIN 1922), medan LAMPRECHT (1925) fann en visserligen mindre god, men dock positiv korrelation mellan köldhårdighet hos kålsorter samt askhalten — några upplysningar om askhaltens sammansättning meddelas emellertid icke i detta fall.

Beträffande askhaltens variationer giver GÄUMANN (1935) noggranna underättelser beträffande boken. Totala askhalten visar inga påfallande variationer under året, dock tyckes den i såväl kvistar som grenar snarast vara högre under vintern (jfr DULK 1875). Av askhaltens enskilda beståndsdelar visar kaliumhalten ett tydligt vintermaximum, liksom halten av kalk, fosfor- och svavelsyra samt i grenbarken även klorider. Kiselsyrehalten synes variera på motsatt sätt. Fosforsyrans roll har ovan berörts; svavel ingår i äggviteföreningar. Vad kalium beträffar måste detta ämne tillmätas en viss betydelse på grund av sin särskilda kolloidkemiska egenskap att göra cellkolloiderna motståndskraftigare mot berövande av vatten (WILHELM 1935 a).

### Harts.

Huruvida de förändringar beträffande hartsmängden i tallbarr, som FRANCK (1923) meddelar, endast bero på att hartsbildningen icke förmår hålla jämna steg med tillväxten, eller om någon annan betydelse kan tillmätas den under sen-

sommaren skeende ökningen, torde tills vidare få lämnas därhän. Det är ännu icke säkerställt, att någon årstidsvariation alls föreligger (jfr JACCARD & FREY-WYSSLING 1935).

### Vinterfärgning.

Av samtliga årstidsvariationer torde de mest påfallande vara de under hösten uppträdande färgförändringarna av blad och barr. Även i de övervintrande bladen äga ju synliga förändringar ofta rum, i det att de antaga en mer eller mindre intensiv röd till rödbrun färgton — t. ex. Mahonia — eller färgas de gula, brunaktiga eller skifta i olivgrönt.

Röd färgton, som för övrigt alls icke är begränsad till att uppträda endast vintertid, kan förorsakas dels av ett i cellsaften löst färgämne, antocyan, dels av ett till kromatoferer bundet färgämne, rhodoxantin. De båda färgämnena, vilkas uppträdande för växterna torde vara av samma biologiska betydelse (LIPPMAA 1924), visa en långt gående parallellitet i fråga om såväl lokalt förekomstsätt som förutsättningarna för uppträdandet. Från rent ekologisk synpunkt förefaller det därför vara tämligen likgiltigt vilkendera arten av rödfärgning, som i det ena eller andra fallet föreligger — de synas nämligen utesluta varandra; beträffande barrträd torde färgningen vara förorsakad av rhodoxantin (LUBIMENKO enl. LIPPMAA 1925).

Det är påfallande, att de röda färgämnenas bildning gynnas av samma förhållanden, som medföra plantors härdning mot köld: låg temperatur, torka, intensivt ljus. Garvämnen gynna antocyanbildning (CZARTKOWSKI 1914), sockerarter som rörsocker, glykos, fruktos och maltos gynna uppkomsten av båda färgämnena (jfr LIPPMAA 1925 och där anförd litteratur). SCHMIDT (1930 a) framkallade efter behag olika färgintensitet å tallplantor genom att placera dem i sockerlösningar av olika styrka. Av särskilt intresse är att finna rödfärgningen gynnas av växlingen mellan varma, soliga dagar och kalla nätter (VON MOHL 1845) på samma sätt som även härdningen påskyndas av temperaturväxlingar (jfr HARVEY 1930).

En rödfärgningens variation med årstiden har för tallplantor påvisats av SCHOTT (1904) och senare bl. a. för *Saxifraga crassifolia* av LIPPMAA (1925). I fråga om årsplantor av tall brukar färgningen vanligen visa sig efter första frost, här vid Experimentalfältet i regel efter mitten av september.

Den biologiska betydelsen av de röda färgämnena har länge omtvistats (jfr LIPPMAA 1925) — de ha tillagts betydelse för andningsprocessen, för assimilationen, som upplagsnäring; betydelse för absorption av värme, för nedsättande av transpirationen och även betraktats såsom biologiskt betydelselösa reaktionsprodukter. Rödfärgningen i vegetativa organ är emellertid helt beroende av ljuset, varför det förefaller antagligt, att färgningen även har någon betydelse som står i samband med belysningen. Man har också sedan långt tillbaka i rödfärgningen velat se ett ljusskydd, speciellt ett skydd för klorofyllet. Ett sådant skydd förfaller enligt LIPPMAA visserligen tillkomma i cellsaften löst antocyan, men däremot icke rhodoxantin; båda färgämnena ha emellertid gemensamt den effekten, att vävnaderna skyddas mot kortvågigt ljus. Detta kan ha betydelse som direkt skydd mot ultraviolett ljus (jfr nedan), bl. a. för enzymverksamheten (jfr KONING & HEINSIUS 1903, WYND & REYNOLDS 1935) och även klorofyllbildningen. Dessutom synes även stärkelsens omvandling till socker underlättas genom befintligheten av ett rött skyddsskikt (GREEN 1897). Enligt LEFESCHKIN (1932) inverkar

ljus så att plasmans permeabilitet ökas och dess stabilitet minskas, och blir på så sätt en för köldhårdighetens ernående och bibehållande ogynnsam faktor, som motverkas av rödfärgningen. Av betydelse kan även vara, att cellernas vattenupptagning motverkas av rött ljus (FUNKE 1931), liksom även att en ljusskärm skyddande mot ultraviolett ljus kan vara av nytta, då sådan strålning — som är förhållandevis riklig i nordliga trakter (IWANOFF 1929) — stimulerar fysiologiska förlopp, bl. a. andningen (MASURE 1932) och katalasaktiviteten (WYND, FULLER & REYNOLDS 1935).

TISCHLER (1905) har framhållit den i jämförelse med den gröna huvudformen större köldhårdigheten hos en rödbladig form av *Nandina*.

En annan färgförändring hos vintergröna växters blad, som förefaller vara bunden till höst och vinter, är färgning i mer eller mindre utpräglat gul ton. Denna färgning, som nedan kommer att närmare beröras (sid. 296 o. följ.), visar sig på hösten och går tillbaka på våren samt är sålunda strängt bunden till årstiderna. Vad dess biologiska betydelse skulle kunna vara är ännu icke utrett; icke heller är det till fullo klarlagt, varpå färgförändringen närmast beror. Färgförändringen har vanligen betraktats som ett tecken på inträdande i vinterberedskap.

### SAMMANFATTNING.

Avslutandet av vegetationsperioden och inträdandet i vintervilan kännetecknas av ett helt komplex av omsättningsförlopp, resulterande i att växten försättes i ett tillstånd, som möjliggör dess övervintring under för densamma normala förhållanden. Dessa omsättningsförlopp äro karakteristiska för tillståndsförändringen, och äro i stort sett gemensamma för olika växter oberoende av vilken art de tillhöra. I fråga om detaljerna skilja sig däremot olika arter, i det att hos en art det ena, hos en annan det andra omsättningsförloppet träder mera i förgrunden. Konstaterade skillnader mellan olika arter torde dock i viss utsträckning kunna hänföras till olikheter i fråga om undersökningsmetoder, o. s. v. Som regel gäller, att under hösten minskas vattenhalt, stärkelse och surhetsgrad, medan bl. a. torrsubstanshalt, socker, »fettämnen», reservcellulosa, garvämen och katalas ökas. Ofta sker även en färgförändring, förbunden med bildning av röda färgämnen eller med ev. samtidig omlagring resp. förändring av de gröna cellernas klorofyll.

Vare sig övervintringsförmågan i det ena eller andra speciella fallet är till övervägande del betingad av växtens köldhårdighet, dess förmåga att vidmakthålla fördelaktigt osmotiskt värde eller dess möjligheter att nedsätta transpirationen eller andningen — eller om dessa egenskaper i högre eller lägre grad äro förbundna med varandra — så är det dock säkert, att övervintringen icke står i direkt orsakssammanhang med endast ett omsättningsförlopp. Detta hindrar naturligtvis icke, att graden av övervintringsförmåga kan vara proportionell mot t. ex. sockerhalten i bladen hos olika vetesorter,



ty det omsättningsförlopp, som leder till ökad sockerhalt, kan ju förlöpa jämsides och även vara mer eller mindre direkt förbundet med övriga förändringar av cellinnehållet. Finna vi sockerhalten eller torrsubstanshalten stå i relation till övervintringsförmågan, då samtidigt den sistnämnda kan betraktas som följden av att cellernas hela fysiologiska tillstånd förändrats i sådan riktning att plasmakolloidernas stabilitet ökats, så äro vi i samma mån även berättigade att i socker- resp. torrsubstanshaltens variationer se förlopp, intimt förbundna med förskjutningar av cellernas hela fysiologiska tillstånd.

Vi ha likaledes sett, att samma skillnader, som finnas emellan en och samma sort i härdat och icke härdat tillstånd, återkomma beträffande mer resp. mindre hårdiga sorter av samma art, då de uppdragas under lika yttre betingelser. Undersöka vi därför olika sorter eller linjer av någon kulturväxt, resp. olika provenienser av vare sig örter eller träd, och finna vi därvid differenser beträffande torrsubstanshalt, sockerhalt, osmotiskt värde, fetthalt, enzygmängd eller något annat värde, som satts i samband med köldhärdigheten, så kunna vi därav även sluta, att mellan dessa sorter, linjer eller provenienser mer eller mindre djupgående fysiologiska skillnader förefinnas. I ännu högre grad är detta berättigat, om vi samtidigt finna en samvariation mellan det undersökta värdet och icke blott köldhärdighet eller övervintringsförmåga, utan även tillväxthastighet, växttid, barrlängd och förmåga att motstå svampangrepp, ävensom olika reaktion vid exponering för olika klimat. Där sådana skillnader föreligga, där föreligga även till sin hela fysiologiska avstämning olikartade »raser», vare sig vi vilja benämna dem »kemisk-fysikaliska varieteter» med NÄGELI (1865), »klimatiska former» (SCHRÖTER 1898), »fysiologiska varieteter» (CIESLAR 1899), »klimatiska varieteter» (CIESLAR 1907), »ekotyper» (TURESSON 1922 a) eller ytterligare något annat.

Vi ha slutligen även kunnat konstatera, att träden icke i principiellt avseende skilja sig från buskar och örter beträffande de förlopp, som utmärka övergången till vintervilan. De slutsatser, till vilka man kunnat komma fram vid undersökningar å växter av det ena eller andra slaget, kunna därför tillmätas en viss allmängiltighet, och behöva sålunda icke i alla detaljer utforskas inom alla olika delar av växtriket. Detta är speciellt av betydelse i fråga om ärftlighetsförhållandena: när det visat sig, att olika fysiologisk inställning hos skilda ekotyper av örtartade växter bibehålles i flera generationer, finnes det ingen anledning att icke förutsätta detsamma vara förhållandet, då olika provenienser av tall eller andra trädslag sinsemellan differera enligt samma tendens och beträffande samma egenskaper eller fysiologiska förlopp. Vissa fakta föreligga redan, vilka bestyrka, att så är förhållandet; jag får tillfälle att senare återkomma därtill.

#### KAP. 4. KVANTITATIVA FYSIOLOGISKA SKILLNADER MELLAN TALLPLANTOR AV OLIKA PROVENIENS.

I de båda föregående kapitlen har visats vilken betydelse för plantors köldhärdighet, som tillskrivits deras halt av torrsubstans, socker och andra med årstiden varierande ämnen. Här nedan följer en redogörelse för halten av torrsubstans, sockerarter, katalas, klorofyll etc. i tallplantor av olika proveniens, samt i viss utsträckning även en redogörelse för samma ämnens årsvariationer. En del av dessa värden ha preliminärt framlagts redan tidigare (jfr sid. 221), men har jag icke tagit hänsyn till desamma vid sammanställningen av uppgifter för de föregående kapitlen, för att icke därigenom föregripa följande sammanställning av undersökningarnas huvudresultat.

De analyser, för vilka här nedan redogöres, ha utförts dels å årsplantor, dels å barr av äldre plantor. Med årsplantor avser jag då på hösten eller vintern skördade plantor, sådda föregående vår, således plantor med en ålder av en vegetationsperiod. Frömaterial har anskaffats genom särskilda kottinsamlingar, varvid noggranna anteckningar om insamlingsplatsens läge, exposition, moderbeståndets beskaffenhet etc. kunnat erhållas. För orienterande försök, samt då kottinsamling av en eller annan anledning icke kunnat komma till utförande, ha i och för komplettering prov erhållits ur större fröpartier, varvid vanligen endast kunnat erhållas uppgifter om revir och höjdzon mellan 100-metersgränser. Dessa prov ur större fröpartier har jag ansett lämpligt medtaga i försöken, då man på så sätt fick en uppfattning om det i praktiken använda frömaterial, vilket även kunde betraktas som generalprov representerande en större, men dock avgränsad trakt.

Frösådderna ha huvudsakligen utförts i plantskolor vid Experimentalfältet. Frö av var proveniens har därvid utsåts i c:a 1 m långa rader med ett inbördes avstånd av 1 dm. Raderna ha åstadkommits med hjälp av en stämpel, så att alla frön myllats ned på samma djup. På grund av antalet i försöken ingående provenienser har i regel vart fröprov endast kunnat sås på ett ställe; några större differenser i avseende å jordmån eller markfuktighet torde emellertid icke ha förefunnits inom så begränsade arealer som sådderna intagit. Ett antal provenienser, som prövats under flera år, och som därvid blivit sådda inom olika delar av härvarande plantskola, ha under de olika åren visat så pass överensstämmande värden, att det icke finnes anledning att förmoda, att platsen för sådden kunnat utöva något avgörande inflytande på försöksresultaten.

De flesta kottpartier, som insamlats för erhållande av frö för de nedan behandlade försöken, ha under ledning av skogsmästare O. HENRIKSSON klängts i Hällnäs. Var proveniens har blivit klängd i samma säck, i vilken kotten samlats och försänts; en dubblett av ståndortsbeskrivningen har hela tiden åtföljt kotten resp. fröet under klängnings- och rensningsprocedurerna. Enär fröets iordningsställande blivit mycket tidsödande på grund av de försiktighetsmått, som måst vidtagas för att förhindra varje möjlighet till förväxling av proven, och då klängningen icke heller kunnat påbörjas förrän de ordinarie arbetena i klängstugan avslutats för säsongen, ha sådderna icke kunnat verkställas förrän i slutet av maj eller första hälften av juni.

### Torrsubstanshalten.

I föregående kapitel ha upprepade gånger framhållits, att vattenhalten i vävnaderna spelar stor roll för köldhårdighet etc. På grund av den lätthet varmed vattenhalten kan bestämmas, vore det givetvis av största betydelse om densamma kunde användas som ett värde, användbart för betecknande av tallplantornas fysiologiska inställning i vissa avseenden. Detta visade sig även vara fallet, som redan i de preliminära meddelandena framhållits (LANGLET 1934 *a*, *b*), och som senare ytterligare bekräftats för gran av BORNEBUSCH (1935) och för tall av PUTTENDÖRFFER (1936). BORNEBUSCH har undersökt ett antal provenienser av gran från Danmark och även andra länder. PUTTENDÖRFFER har undersökt tre av de i de internationella proveniensförsöken (jfr sid. 232) ingående provenienserna, nämligen Perm, Mark Brandenburg och Auvergne, varvid torrsubstanshalten som var att vänta visade sig högst för den ryska och lägst för den franska proveniensen (jfr LANGLET 1934 *a* tab. 1).

Det har erbjudit stora fördelar, att undersökningen kunnat koncentreras på bestämning av torrsubstanshalten, enär då ett mycket större material kunnat studerats än vad som eljest under samma förhållanden hade kunnat medhinnas. Då det som tidigare nämnt är avsikten att slutligen använda de erhållna värdena på plantornas torrsubstanshalt som material för studier över sambandet mellan plantornas fysiologiska variabilitet och klimatet på deras hemorter, kunna i viss mån såväl detta som närmast följande kapitel uppfattas som ett styrkande av det berättigade i att för ändamålet utvälja detta värde.

Torrsubstansen har bestämts i samtliga prov, med undantag av ett fåtal, där det friska materialet direkt blivit undersökt beträffande halten av katalas eller klorofyll. Torrsubstanshalten anges i procent av friskvikten sedan proven torkats vid en temperatur av c:a 65°. Efter ett dygn vid denna temperatur

ha proven antagit en tämligen konstant vikt; ett längre uppehåll i termostaten synes icke medföra någon ytterligare viktninskning. Sker torkningen vid högre temperatur, t. ex. 105°, som ju eljest är en allmänt begagnad temperatur vid bestämningar av vattenhalt, blir vikten något mindre; om på grund av ytterligare reducerad vattenhalt eller endast till följd av eteriska ämnens bortgående har icke närmare undersökts.

#### Torrsubstanshaltens beroende av groningshastighet, planttäthet, etc.

Åtskilliga faktorer inverka på plantornas vattenhalt, både medan de stå i plantskolan, och efter sedan de intagits till undersökning. I det första fallet märkes i främsta rummet plantornas utvecklingsgrad, som beror dels av deras ålder (jfr JANSSEN 1929), dels av planttätheten i såddraderna.

Yngre plantor utmärkas av lägre torrsubstanshalt, varför en differens beroende på olika groningshastighet medför, att de vanligen hastigare groende sydliga provenienserna erhålla en i jämförelse med de nordliga väl hög torrsubstanshalt. Denna felkälla, som för övrigt torde vara av rätt liten betydelse, kunna vi emellertid helt bortse ifrån, då den endast kan inverka minskande på skillnaderna mellan olika provenienser. Det framgår av tab. 1, att en skillnad i såddtid av c:a 4 veckor ungefärligen motsvarar en differens i torrsubstans av omkring 1,3 %. I föreliggande fall motsvarade tidsskillnaden i såddtid en lika stor differens i groningstid. Det försprång i fråga om groning som de sydligare provenienserna uppvisat, har alltid varit ganska obetydligt; några anmärkningsvärda skillnader i groningshastighet har endast observerats mellan färskt och äldre frö, i det att det senare grodde trögare.

Det djup till vilket fröet nedmyllades hölls för säkerhets skull konstant. Prov visade dock, att det icke spelade någon större roll för plantornas vidare utveckling, därest det icke överskred flera centimeter, i vilket fall det dröjde längre innan plantorna visade sig ovan jord.

Olika planttäthet i såddraderna visade sig däremot vara en felkälla av allvarligare slag. De nordligare provenienserna kännetecknades nämligen av

Tab. 1. Inverkan av olika såddtid å torrsubstanshalten.  
Einwirkung der Saatzeit auf den Trockensubstanzgehalt.

Provensiens	Kihlangi	Ericenberg	Kinnared	Värnanäs
Nordlig bredd ....	67°34'	58°56'	57°2'	56°30'
Sådd 15/6..... Saat	38,1	30,8	32,0	29,2
Sådd 11/7..... Saat	36,5	30,1	30,7	27,6
Differens	1,6	0,7	1,3	1,6

Tab. 2. Inverkan av olika täthet i såddraderna å torrsubstanshalten.  
Die Einwirkung der Saatchichte in den Reihen auf den Trockensubstanzgehalt.

Proveniens	Svanstein		Kinnared		Lenti (Ungern)		Sollef- teå	Älv- dalen	Finne- rödja	Visjö	Wich- ertshof
Nordlig bredd..	66°39'		57°2'		45°40'		63°9'	61°25'	58°55'	56°55'	54°2'
Analys den ....	<sup>2</sup> / <sub>10</sub>	<sup>9</sup> / <sub>11</sub>	<sup>2</sup> / <sub>10</sub>	<sup>9</sup> / <sub>11</sub>	<sup>2</sup> / <sub>10</sub>	<sup>9</sup> / <sub>11</sub>	<sup>9</sup> / <sub>11</sub>	<sup>9</sup> / <sub>11</sub>	<sup>9</sup> / <sub>11</sub>	<sup>9</sup> / <sub>11</sub>	<sup>9</sup> / <sub>11</sub>
Tät sådd .....	36,7	38,3	30,6	34,6	25,8	29,2	32,7	33,2	31,7	31,7	29,6
Dichte Saat											
Gles sådd .....	38,5	40,1	32,8	35,8	29,5	32,9	36,0	35,7	34,1	34,3	33,4
Dünne Saat											
Differens	1,8	1,8	2,2	1,2	3,7	3,7	3,3	2,5	2,4	2,6	3,8

en ofta mycket låg groningsprocent och därmed följande glesa såddrader. I sådana fall kom torrsubstansen att bli hög, och differensen mellan nordliga och sydliga provenienser följaktligen större än vad den borde vara. Planttäthetens betydelse framgår av de i tab. 2 meddelade värdena. Differensen mellan tät och gles sådd visar sig som naturligt är kraftigast i fråga om sydligare provenienser, som utmärkas av större plantor; de nordligare provenienserna visa mindre skillnad, då plantorna i detta fall voro jämförelsevis små, så att de även vid tät sådd icke trängde varandra i tillnärmelsevis samma grad som de förut nämnda.

Vid ett annat tillfälle jämfördes prov tagna dels tvärs över raderna, dels tagna utefter radernas sydsida resp. nordsida, samt dels även prov från glesa partier av såddraderna. De erhållna torrsubstansvärdena meddelas i tab. 3. Vi se här samma tendens som i föregående tabell: högsta värden giva glest stående plantor, närmast plantor från radernas sydsida, så de tvärs över raderna tagna proven, medan plantorna från radernas nordsidor genomgående giva de lägsta värdena. För att i görligaste mån undvika denna felkälla har vid provtagningen iakttagits, att i täta plantrader proven tagas från de glesaste partierna resp. radernas sydsida, medan i glesa rader de tätaste partierna

Tab. 3. Inverkan av plantornas plats i såddraden å torrsubstanshalten.  
Die Einwirkung der Lage der Pflanzen in den Saatreihen auf den Trockensubstanzgehalt.

Proveniens	Neder- kalix	Krokom	Grums	Bogsta	Lands- berg
Nordlig bredd .....	65°48'	63°20'	59°22'	58°54'	52°45'
Hela radbredden .....	36,8	33,9	33,4	33,7	30,5
Ganze Reihenbreite					
Radens nordsida .....	35,9	32,2	32,1	32,6	29,7
Nordseite der Reihe					
Radens sydsida .....	36,8	34,3	34,6	33,7	31,1
Südseite der Reihe					
Glest bevuxen del av raden.....	38,2	37,0	36,7	35,7	31,4
Dünn bewachsener Teil der Reihe					

utvalts. Som synes av tab. 3 visa de olika proveniensernas torrsubstansvärden bättre överensstämmelser med hemorternas latitud, då proven utgjorts av glest stående plantor; de sydliga proveniensernas lägre torrsubstanshalt är sålunda icke endast en följd av såddradernas vanligen större planttäthet.

### Metodik.

Provtagning. Provtagningen skedde i regel mellan kl. 9 och 11. Proven togos, som ovan omnämnts, på sådant sätt, att differenser i planttäthet mellan olika såddrader skulle elimineras. Provens storlek växlade något efter planttillgången, men utgjorde vanligtvis 20—30 plantor, resp. 50—300 barr.

Beträffande provens behandling vid provtagningen ha tillämpats något skiljaktiga metoder; dock ha alltid alla prov inom samma serie behandlats lika. Under de allra första intagningarna lades proven i glasbägare, som täcktes med våta filterpapper, och fingo ligga så tills de vidarebehandlades. I en del fall, där prov tagits av plantor vid Vindeln, och plantorna resp. barren varit täckta av rimfrost eller snö, ha de placerats i glaströr, vilka sedan förvarats kallt till provens inläggning. I regel har emellertid följande tillvägagångssätt använts:

Plantorna ha avklippts strax ovan markytan med en druvsax, och omedelbart placerats i ett glaströr fyllt med vatten. De ha sedan fått ligga i vatten en tid, i regel omkring en halv timme (under senare tid ett dygn eller två), varefter vattnet borthållits, plantorna vid behov rensolats och rören korkats, täckts med våta filterpapper eller vänts upp och ned i för dem avsedda, urborrade träställningar. De ha sedan inlagts i den ordning de dittills behandlats.

Genom detta tillvägagångssätt vid provtagningen avsågs att utjämna sådana dagsvariationer (jfr nedan sid 257) och differenser i vattenhalt de olika provenienserna emellan, som kunde antagas bero på smärre olikheter i vattentillgång etc., varjämte även avdunstningen borde förhindras under den tid, som förflöt mellan provtagning och inläggning. I vad mån den första avsikten nåtts förefaller tvivelaktigt vid jämförelse med fig. 1. Den senare avsikten ernåddes däremot fullständigt, d. v. s. avdunstningen icke endast hindrades, utan plantorna upptogo vatten medan de förvarades fuktiga.

Korrektion för vattenupptagning måste därför ske. Ett antal försök utfördes, där olika lång tid fått förflyta mellan provintagning och provinläggning, liksom även försök, vid vilka plantor efter viss förvaringstid vägdes, sedan ånyo fuktades och förvarades i vattenmättad atmosfär, vägdes igen, o. s. v. Resultaten av ett dylikt försök omfattande plantor härstammade från Sydryssland, Sydnorge och Nordsverige framläggas i tabell 4. På grundval av dylika försök konstruerades en kurva återgivande vattenupptagningen, varefter korrektionstal beräknades; även om den erhållna korrektionen icke är fullt tillfredsställande, är den dock bättre än ingen korrektion alls. En brist i korrektionsmetoden är att samma vattenupptagning förutsattes för alla proveniensers, medan i själva verket plantor med högre torrsubstanshalt upptaga mera vatten. Denna brist i beräkningsmetoden får emellertid samma följd som differenserna i groningshastighet: den strävar att utjämna befintliga skillnader i torrsubstanshalt mellan nordliga och sydliga proveniensers, liksom även vattenupptagningen i sig själv gör.

Under senare år ha proven fått ligga i vatten ett eller annat dygn. I så fall har i regel icke någon korrektion för vattenupptagning utförts, ehuru sådan synes fortsätta, fast mycket långsamt, även efter det andra dygnet.

Tab. 4. Vattenupptagning av plantor förvarade i fuktigt tillstånd.  
Wasseraufnahme der feucht aufbewahrten Pflanzen.

Proveniensi	Tärendö		Solör		Novotjerkask		Torrsubstanshalt Trockensubstanzgehalt % av friskvikt des Frischgewichts	Vattenupptagning Wasseraufnahme % av friskvikt des Frischgewichts	
Nordlig bredd .....	67°7'		60°30'		47°20'			total	per timme pro Stunde
Antal plantor ..... Zahl der Pflanzen	13	13	13	15	5	4			
Friskvikt per planta mg Frischgewicht pro Pflanze	100	51	120	64	726	391			
I vatten 1/2 timme.... Im Wasser 1/2 Stunde	37,8	34,5	31,0	28,8	30,4	29,2	31,95	—	—
Fuktigt 5 timmar .... Feucht 5 Stunden	36,8	33,5	30,6	28,1	29,8	28,6	31,20	0,75	0,15
» 24 »	35,7	32,9	29,5	27,1	29,0	27,8	30,31	1,64	0,07
» 29 »	35,6	32,7	29,5	27,0	28,9	27,7	30,21	1,74	0,06
» 48 »	34,8	31,7	28,9	26,5	28,4	27,1	29,57	2,38	0,05
Vattenupptagning Wasseraufnahme på 48 timmar, s:a nach 48 Stunden	3,0	2,8	2,1	2,3	2,0	2,1	—	2,38	—

Provinläggnigen. Beträffande själva inläggningen av proven har under åren vissa förändringar måst vidtagas, för att provinläggnigen skulle kunna medhinnas.

I början följdes samma metod som beskrives av ÅKERMAN (1927), d. v. s. plantorna torkades, en del av barrens mittparti nedklippes i en vågflaska, övergöts med eter, varefter torkades i termostat sedan etern fått avdunsta. Denna metod visade sig emellertid vara alldeles för tidskrävande, varför istället användes följande tillvägagångssätt:

De i fuktig luft eller vatten förvarade plantorna torkas mellan filterpapper, så att vidhäftande vatten avlägsnas, och placeras därefter i upp- och nedvänd ställning för att ytterligare lufttorka. Själva torkningsproceduren, under vilken även en uppdelning av plantorna i större och mindre utföres, tager 6 min. Under lika lång tid få plantorna sedan stå och avdunsta. Under loppet av ytterligare 6 min. vägas plantorna å ett vågskepp i två portioner, de större för sig och de mindre för sig, sedan stammen avklipptes omedelbart ovanför hjärtbladen — endast om hjärtbladen äro fullt friska, och primärbladen ytterst fåtaliga, vilket kan vara fallet med högnordiska provenienser, ha även hjärtbladen medtagits, varvid stammen avklipptes omedelbart under desamma. Efter vägningen, då även plantornas antal antecknas, placeras plantorna i pergamynpåsar och insättas så i termostat för torkning.

Med en sådan arbetsfördelning, att en person torkar plantorna medan en annan väger dem, samt med användande av en halvautomatisk våg med luftdämpning, har det visat sig möjligt att väga in ett dubbelprov på 6 min., eller 10 provenienser i timmen. Under en normal arbetsdag kan sålunda med intagning och inläggning behandlas c:a 50—60 dubbelprov.

Sedan proven torkat vägas de å samma våg på ett vågskepp. Tack vare vågens konstruktion tager vägningen icke längre tid än omkring 1 min., varför plantorna knappast hinna upptaga något vatten under tiden.

Genom att plantorna vägas i två portioner, de större och de mindre var för sig, och att sedan torrsubstanshalten för proveniensen angives som medeltalet mellan dessa båda bestämningar, vinnes viss säkerhet för att icke de stora plantorna komma att i alltför hög grad inverka på medeltalet. Samtliga i det följande i text eller tabeller meddelade, resp. i diagram utsatta torrsubstansvärden utgöra medeltal av dylika dubbelprov, där icke annorlunda särskilt angives.

Något val av plantor vid provintagningen förekommer icke, med undantag av vad som förut meddelats i fråga om val av glesare eller tätare parti av plantraderna.

Skadade plantor kasseras, eller i nödfall bortklippas de skadade delarna vid invägningen. Förekommande skador ha orsakats endera genom angrepp av skytte, *Lophodermium*, eller genom frost. Då de nedre primärbladen liksom hjärtbladen vissnat, vilket i regel äger rum beträffande sydligare provenienser särskilt då plantorna stå tätt, ha de avlägsnats. Försök ha visat, att stammen och primärbladen knappast skilja sig i avseende å torrsubstanshalten.

Vid inläggning av barr följes samma metodik, som ovan skildrats; barren räknas medan de torkas före vägningen.

### Torrsubstanshaltens variation.

Dagsvariationer. Beroende av yttre faktorer växlar plantornas vattenhalt från den ena dagen till den andra. De prov som skola undersökas intagas därför samtidigt. Då serierna omfatta hundratals prov är det dock omöjligt att uppfylla detta villkor. Till följd därav komma ofta prov intagna under en dag att överlag visa en högre eller lägre torrsubstanshalt än prov intagna under en annan dag. Av denna anledning måste en korrektion för sådana dagsvariationer utföras, vilket även har skett på följande sätt.

Under de dagar prov intagas, vilka äro avsedda att jämföras direkt med varandra, utväljas ett antal provenienser, av vilka prov tagas varje dag. För att åskådliggöra den dagliga variationen meddelas här fig. 1. Ett tiotal provenienser ha intagits för var dag, och för var dag ha deras medelvärden beräknats. Medelvärdenas avvikelser från något viss procentvärde får utgöra dagskorrektionen, som tillägges resp. fråndrages samtliga under dagen intagna prov. Denna korrektion har därför intet inflytande på det enskilda provets torrsubstanshalt på sådant sätt, att detta ändras i förhållande till andra under dagen intagna prov. Ehuru en dylik korrektion givetvis kommer att vara rätt osäker, är den dock otvivelaktigt att föredraga framför ingen korrektion alls. I det föreliggande exemplet har för att visa detta beräknats spridningen<sup>1</sup> för de olika proveniensernas torrsubstanshalt under de dagar prov tagits av dem, varefter en dylik beräkning även utförts, sedan de olika dagsvärdena blivit korrigerade på ovannämnt sätt. Det framgår av tab. 6,

<sup>1</sup> Under förutsättning av normal fördelning av torrsubstansvärdena.



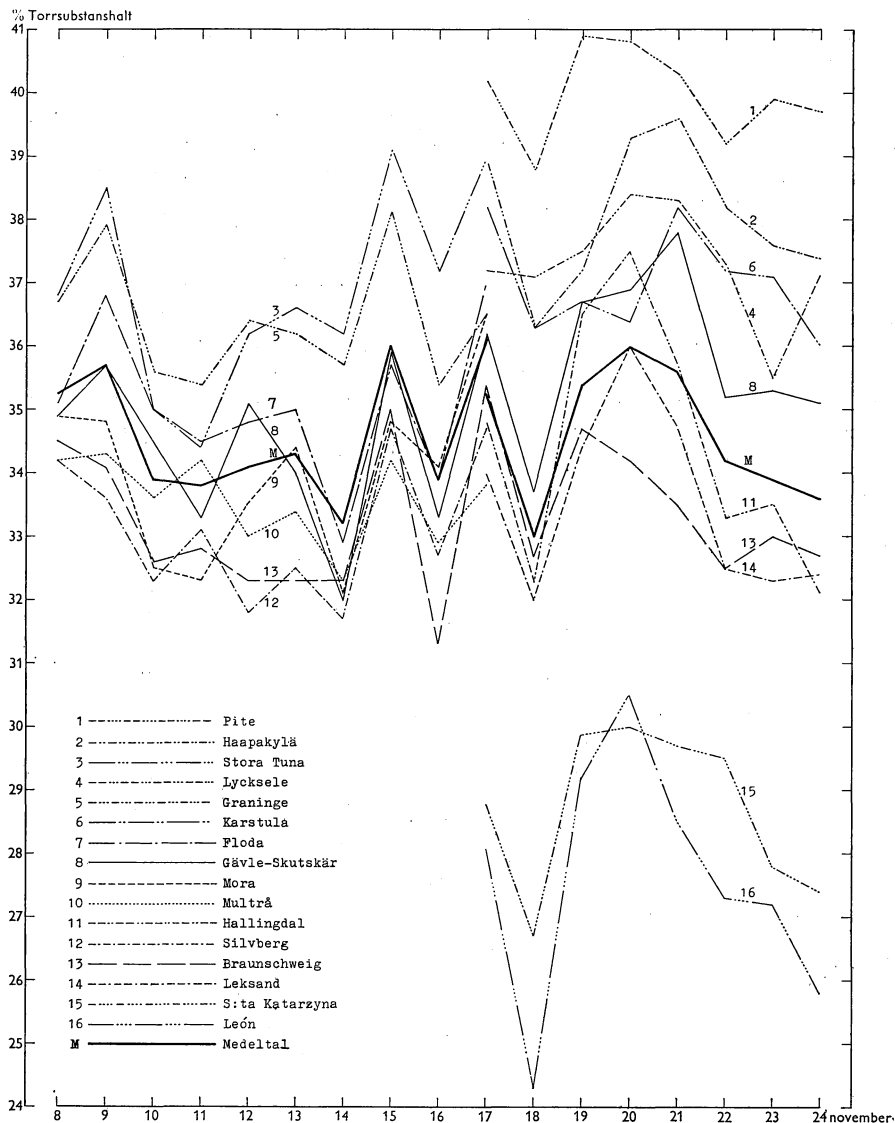


Fig. 1. Torrsubstanshalten i årsplantor av tall av olika härstamning. Proven inlagda under en följd av dagar. Medeltalet (M) av de för var dag tagna proven användes för beräkning av dagsvariationerna i torrsubstanshalt.

Trockensubstanzgehalt einjähriger Kiefernpflanzen verschiedener Herkunft. Zur Berechnung der Tagesvariationen des Trockensubstanzgehalts wurde das Mittel (M) aus den täglich entnommenen Proben benutzt.

att genom utförande av dagskorrektio n sjönk spridningen från i medeltal 1,24 till 0,70, d. v. s. spridningskvadraten minskade till mindre än tredjedelen.

Detta är för övrigt en given sak, då det av figuren framgår, att de olika proveniensernas variationer i torrsubstanshalt i stor utsträckning följas åt, om

de även under andra dagar förlöpa mera oregelbundet i förhållande till varandra. Några genomgående skillnader mellan nordliga och sydliga proveniensers variationssätt har icke säkert kunnat fastställas, ehuru det förefaller, som skulle de sydligare provenienserna i avseende på torrsubstanshalten fluktuerar

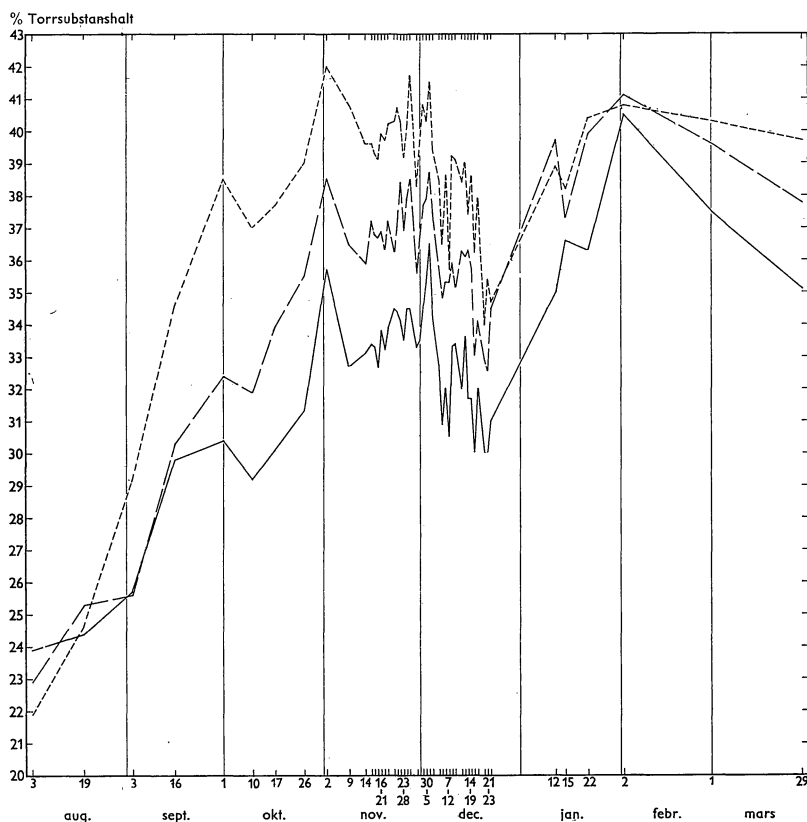


Fig. 2. Torrsubstanshalten i årsplantor av tall vid olika tidpunkter under höst och vinter. Proveniens: - - - - Kihlangi (Norrbotten), — — — Kinnared (Halland), ——— Lenti (Ungern).

Trockensubstanzgehalt einjähriger Kiefernpflanzen zu verschiedener Zeit im Herbst und Winter.

något mera än de nordliga; detta i överensstämmelse med vad som tidigare konstaterats av STRAUSBAUGH (1921) och NEWTON (1924) för mindre hårdiga arter av plommonträd resp. vete.

**Säsongsvariation.** Torrsubstanshalten stiger under sensommaren och hösten till november—december, fluktuerar sedan under vintermånaderna, med en tendens att ytterligare stiga under senvintern, för att senare under

våren åter avtaga (jfr även PUTTENDÖRFER 1936, fig. 5). Variationen under höst och vinter åskådliggöres av vidstående diagram, som visa torrsubstanshalten i årsplanter, fig. 2, resp. årsbarr och fjolårsbarr av äldre planter, fig. 3.

Variationerna i torrsubstanshalt med årstiden i barr av *Pinus silvestris* överensstämma således med den allmänna gång, som tidigare skisserats,

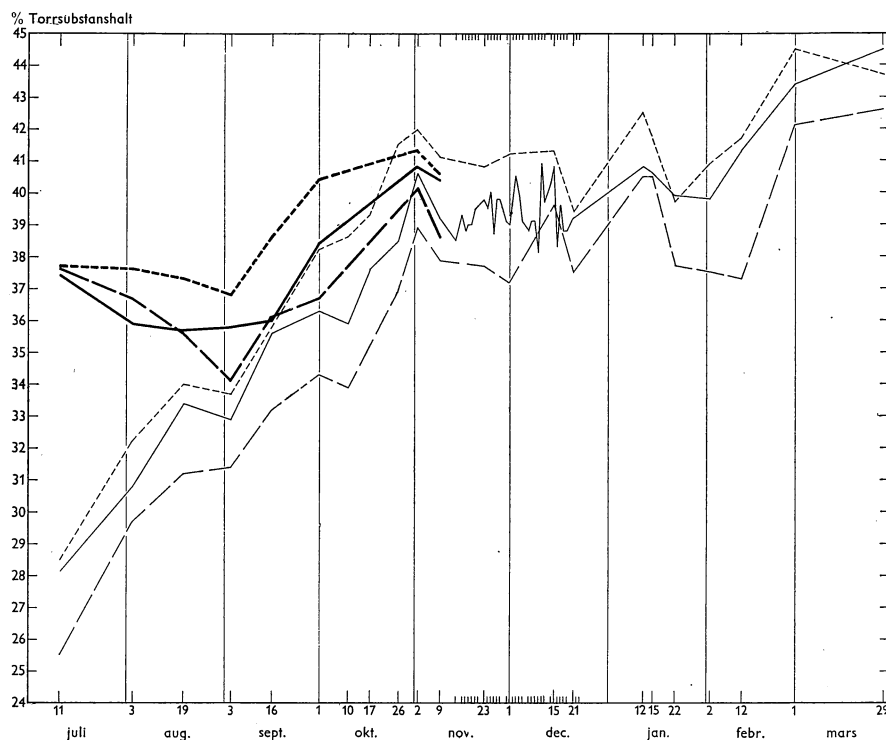


Fig. 3. Torrsubstanshalten i årsbarr (fina linjer) och fjolårsbarr (grova linjer) av tall vid olika tidpunkter under höst och vinter. Proveniens: - - - - Vindeln (Västerbotten), — Gyltige (Halland), — — — Lenti (Ungern).  
Trockensubstanzgehalt diesjähriger (feine Linien) und vorjähriger (grobe Linien) Kiefernadeln zu verschiedener Zeit im Herbst und Winter.

samt med vad STEINER (1933) funnit vid undersökningar vid Heidelberg och PUTTENDÖRFER (1936) vid Eberswalde. Variationen i de tvååriga barren låter tydligt framgå, att det icke är fråga om endast en med barråldern direkt tilltagande torrsubstanshalt, utan om en kombination av variation med årstiden och ökning med tilltagande ålder. Det framgår av tab. 5 huru torrsubstanshalten ökar med stigande barrålder, som tidigare påpekats t. ex. för tall av DULK (1875) och för gran av STÅLFELT (1924).

Tab. 5. Bestämningar å tallbarr av olika ålder, Vindeln 1929.

Analysen der Kiefernadeln verschiedenen Alters.

Barr- ålder somrar Nadel- alter Sommer	Torrsubstanshalt % av friskvikt Trockensubstanzgehalt % des Frischgewichts		Reducerande substans, % av vattenvikt Reduzierende Substanz, % des Wassergewichts					
			före invertering vor der Inversion		efter invertering nach der Inversion		differens	
	14/3	3/11	14/3	3/11	14/3	3/11	14/3	3/11
1	44,4	44,5	8,6	9,0	11,3	9,6	2,7	0,6
2	46,6	46,2	9,9	9,3	11,7	10,5	1,8	1,2
3	48,6	47,3	10,8	9,2	11,9	11,1	1,1	1,9
4	50,2	48,0	12,2	9,7	12,4	12,0	0,2	2,3
5	—	49,1	—	9,7	—	12,1	—	2,4

Torrsubstanshalten kommer sålunda att, i den mån den bestämmes av säsongvariationen, bliva ett mått på plantornas resp. barrens utvecklingsgrad och den utsträckning i vilken de hunnit — och kunnat — härdas under hösten, eller, i ett sammanfattande uttryck, deras grad av »mognad». I detta ord innefattas då avslutad tillväxt, upplagring av reservnäring, omvandling av stärkelse till socker, jämte alla de övriga omsättningar i erforderlig grad fullbordade, vilka karakterisera övergången till vintervila.

#### Torrsubstanshaltens variabilitet.

Torrsubstanshalten i tallplantor tilltager sålunda om hösten och förblir sedan hög under vintern, därmed i stort sett samvarierande med graden av den uppnådda mognaden. Torrsubstanshalten torde därför även i viss mån kunna tjäna som ett mått å de differenser beträffande ernådd mognadsgrad, som vid ett och samma tillfälle under vinterhalvåret utmärka olika plantor, särskilt plantor av olika härstamning. Vi veta nämligen, att tallplantor av olika proveniens skilja sig från varandra med avseende å den grad av mognad de under jämförbara förhållanden kunna erhålla (ÖRTENBLAD 1898, 1901, WIBECK 1912) resp. beträffande frosthårdighet (KIENITZ 1922, BURGER 1931) och allmän övervintringsförmåga (t. ex. WIBECK 1913, SCHÖTTE 1923 a). Ett mer eller mindre fast samband mellan olika proveniensers köldhårdighet och deras torrsubstanshalt kunde sålunda med säkerhet antagas föreligga, och har även bekräftats genom de i samband med dessa undersökningar utförda frysförsöken (jfr sid. 226).

Som ett exempel på med härstamningen varierande torrsubstanshalt i årsplantor av tall kan anföras medeltalen för de olika provenienserna av de å fig. 1 återgivna värdena, tab. 6. Provenienserna äro här ordnade efter fallande torrsubstanshalt, varvid — i stort sett — de nordligare utmärkas av högre, de sydligare av lägre värden. De avvikelser från denna regel, som

Tab. 6. Torrsubstanshalt i årsplantor av tall; medeltal av prov inlagda flera dagar i följd (jfr fig. 1).

Trockensubstanzgehalt einjähriger Kiefernplanzen; Mittelwerte der einige Tage nacheinander genommenen Proben (vgl. Abb. 1).

Num- mer jfr fig. 1 Vgl. Abb. 1	Proveniens	N. bredd	Antal dagar och dub- belprov Zahl der Tage und Doppel- proben	Torrsub- stanshalt % av friskvikt Trocken- substanz- gehalt % des Frisch- gewichts	Ur- sprunglig sprid- ning Ursprung- liche Dispersion $\sigma$	Spridning efter utförd dag- korrektion Dispersion nach ausgeführter Tageskorrektion $\sigma$
1	Pite.....	65°20'	8	39,48	0,73	0,58
2	Haapakylä.....	66°25'	8	37,55	1,14	0,56
3	Stora Tuna.....	60°25'	10	37,37	1,58	0,75
4	Lycksele.....	64°35'	8	36,79	0,89	0,84
5	Graninge.....	63°	10	36,77	0,97	0,59
6	Karstula (Finland).....	62°50'	8	36,50	0,83	1,03
7	Floda.....	60°30'	10	35,45	1,23	0,56
8	Gävle-Skutskär.....	60°40'	17	35,08	1,47	0,61
9	Mora.....	61°	10	34,37	1,40	0,70
10	Multrä.....	63°10'	10	33,97	0,68	0,74
11	Hallingdal (Norge).....	60°45'	8	33,95	1,99	1,01
12	Silvberg.....	60°20'	10	33,50	1,12	0,48
13	Braunschweig.....	52°	17	33,34	1,15	0,73
14	Leksand.....	60°45'	8	33,03	1,45	0,52
15	S:ta Katarzyna (Polen).....	51°	8	28,21	1,27	0,55
16	Leon (Spanien).....	42-43°	8	27,10	1,94	0,97

framträda i tabellen — jämför exempelvis Stora Tuna och Leksand — torde väsentligen bero på olika täthet i såddraderna; proven togos i dessa fall utslutande för att erhålla ett mått å den dagliga variationen och provtagningen ägde rum tvärt över raderna. I sådant fall finner man en mindre god överensstämmelse mellan torrsubstanshalt och nordlig bredd, som framgår av tab. 3.

I tabell 7 ha sammanförts torrsubstansbestämningar å ett tiotal provenienser, vilka bestämningar utförts vid olika tidpunkter under olika år, samt beträffande såväl årsplantor som årsbarr av äldre plantor. Tabellen visar på ett instruktivt sätt både torrsubstanshaltens variationer från det ena provtagningstillfället till det andra och dess variabilitet de olika provenienserna emellan. Ehuru de sistnämnda utan någon tvekan måste anses mer eller mindre säkert åtskilda i fråga om torrsubstanshalten under höst och vinter, finna vi dock en rätt avsevärd osäkerhet vidlåda den enskilda bestämningen. Delvis torde detta bero på, att de olika provenienserna under den första försökstiden icke voro sådda i rader tätt invid varandra utan parcellvis, dels kunna en del av differenserna möjligen bero på att provtagningen icke utfördes med iakttagande av samma försiktighetsmått som senare, då särskild vikt lagts vid att ungefär samma barrantal skall tagas från varje planta.

Tab. 7. Torrsubstanshalt i årsplantor och årsbarr av tall av olika proveniens under olika tider på året. Torrsubstanshalten i % av friskvikten.  
 Trockensubstanzgehalt in einjährigen Kiefernpflanzen und Nadeln verschiedener Provenienz und zu verschiedener Jahreszeit.  
 Trockensubstanzgehalt in % des Frischgewichts.

Proveniens	Nordlig bredd	1928—1929						1929—1930												1930			
		1/10	14/II	22/12	22/2	20/3	28/3	20/9		8/II		12/12		25/2		1/4		12/6		30/9	1/10	15/II	
		Plantor Pflanzen	Plantor Pflanzen	Plantor Pflanzen	Plantor Pflanzen	Plantor Pflanzen	Plantor Pflanzen	Plantor Pflanzen	Barr Nadeln	Plantor Pflanzen	Barr Nadeln	Plantor Pflanzen	Barr Nadeln	Plantor Pflanzen	Barr Nadeln	Plantor Pflanzen	Barr Nadeln	Plantor Pflanzen	Barr Nadeln	Plantor Pflanzen	Barr Nadeln	Plantor Pflanzen	Barr Nadeln
Lenti . . . . .	45°40'	31,3	34,5	36,8	36,8	34,4	36,4	27,7	27,2	31,5	34,2	31,7	31,9	35,7	37,0	34,0	37,0	39,9	43,3	32,2	—	34,5	—
Chorin . . . . .	52°53'	31,8	35,5	40,0	38,2	35,4	36,9	28,7	30,0	31,2	36,3	31,2	34,1	36,1	37,7	36,5	38,4	38,2	43,6	31,9	29,6	36,8	33,1
Gyltige . . . . .	56°46'	36,8	40,5	41,3	40,9	37,6	40,0	32,6	29,9	36,3	37,7	35,1	35,1	39,6	38,4	38,9	30,3	38,4	40,8	34,4	33,0	38,2	35,6
Karlsby . . . . .	58°37'	36,3	40,5	42,7	40,8	39,0	41,2	32,9	29,0	36,6	38,4	36,7	35,8	39,7	38,8	39,1	40,2	39,1	39,5	33,6	32,3	37,5	37,7
Dalarö . . . . .	59°8'	35,5	38,4	41,5	39,5	37,8	40,9	30,9	31,7	35,4	36,4	35,1	35,7	39,1	39,3	38,9	39,6	39,6	39,7	33,3	31,4	37,3	34,6
Älvdalen . . . . .	61°25'	38,0	41,5	45,7	42,6	40,5	42,0	37,7	33,1	40,6	38,8	37,5	37,4	41,2	40,0	42,8	42,4	40,2	41,8	33,4	—	37,7	—
Vindeln . . . . .	64°11'	37,8	42,8	46,8	42,2	40,8	41,9	39,7	33,5	41,0	38,8	39,0	38,4	40,6	40,1	43,1	41,8	40,5	41,0	34,0	35,4	39,0	37,9
» . . . . .	64°11'	—	41,7	46,5	44,5	40,7	42,3	37,7	32,8	42,5	39,3	39,8	38,0	43,9	40,3	43,1	41,9	43,3	38,6	33,4	35,7	38,2	38,4
Hällnäs . . . . .	64°23'	—	42,6	47,2	44,2	40,2	42,1	36,3	33,2	41,1	37,4	39,8	37,4	41,3	40,4	43,0	41,6	38,8	38,2	33,9	34,8	38,2	37,5
Lappträsk . . . .	66°	—	43,5	47,2	44,7	41,0	43,1	39,2	35,3	42,2	40,1	39,1	39,5	44,0	41,3	42,9	42,9	39,6	39,3	38,3	37,9	39,9	39,2
Råneträsk . . . .	66°30'	—	43,5	47,4	43,6	41,0	41,8	—	37,4	—	41,8	—	40,7	—	41,5	—	43,3	—	41,5	35,1	—	41,2	—

En serie om 39 provenienser, bland vilka ingå tio av de i tab. 7 upptagna, utsåddes 1929, och har sedan dess tjänat som material för ett flertal bestämningar. Av de plantor, som av nämnda sådd funnos kvar våren 1931, användes en del till planteringsförsök i olika delar av landet. För resultaten av dessa försök redogöres nedan i kap. 5. Då det är av intresse att känna torrsubstanshalterna å särskilt de i planteringsförsöken ingående provenienserna, ha dessa underkastats ett flertal bestämningar, av vilka sedan medelvärden ha beräknats.

Det torde klart framgå av vad som hittills framlagts, att det på grund av variationen är önskvärt att om möjligt erhålla medelvärden av ett jämförelsevis stort antal bestämningar. De serier av bestämningar å de 39 provenienserna, som för detta ändamål stå till buds, äro emellertid icke alla fullständiga. För att trots detta erhålla så goda värden som möjligt, ha ett antal provenienser utvalts, som ingå i de olika serierna, och ha därefter samtliga bestämningar omräknas i % av dessa jämförelsesorters medelvärde. Dessa procenttal ha först adderats och sedan dividerats med det antal bestämningar, som utförts beträffande resp. provenienser. De procenttal, som på så sätt erhållits, ha till sist åter omförts till torrsubstanshaltvärden, i det att medeltalen av jämförelsesorternas medelvärden satts till 40 % av friskvikten.<sup>1</sup> Sålunda beräknade värden å torrsubstanshalten för dessa 39 provenienser ha i det följande under beteckningen »normalvärden» använts som för samma provenienser karakteristiska värden. De återfinnas nedan i tab. 32 (sid. 361); de olika proveniensernas härstamning framgår av samma tabell samt av kartan fig. 34.

Med beteckningen »normalvärden» har endast avsetts att särskilja dessa torrsubstansvärden, som på grund av det antal bestämningar de representera, äro att betrakta som sinsemellan jämförelsevis väl avvägda. De äro naturligtvis trots detta blott relativa — liksom de flesta värden i denna redogörelse.<sup>2</sup>

Men dessa »normalvärden» lida vidare av ett systematiskt fel, som jag icke velat försöka korrigera, för att icke genom subjektiv bedömning ofrivilligt tillrättalägga materialet i något avseende för de beräkningar, som sedermera skola utföras å detsamma (jfr kap. 6). De olika serierna, av vilka medeltalen kalkylerats, äro intagna olika år och vid olika tidpunkter av höst och vinter. Det är emellertid icke för resultatet likgiltigt, om provtagningen äger rum t. ex. i början av oktober, eller senare under året, enär differenserna mellan nordliga och sydliga provenienser äro större på hösten än under midvintern. Detta förhållande framgår av fig. 2 och 3. Ehuru tidpunkten för provtag-

<sup>1</sup> Värde skulle egentligen vara 39,7 % men differensen saknar varje betydelse; de enskilda seriernas värden äro ju till en del även beroende på dagsvariationer.

<sup>2</sup> Svårigheten att överhuvud taget erhålla möjlighet att angiva absoluta värden i fall sådana som här föreligga beröres nedan sid. 282.

ningen icke torde spela någon egentlig roll för den inbördes ordningsföljden provenienserna emellan, är den dock icke utan betydelse för de absoluta talen, och det är dessa, som bestämt de som slutresultat erhållna »normalvärdena». Ytterligare en brist hos dessa är givetvis, att icke alla provenienser ingå i samtliga serier, men, som det senare kommer att visa sig, har icke heller detta förhållande inverkat i högre grad.

De olika serier värden av vilka »normalvärdena» bildats, ha korrigerats för vattenupptagning under inläggning samt för dagsinflytande, i de fall icke samtliga prov inom serien intagits en och samma dag. Bland dessa serier ingå dels bestämningar å årsplantor, dels — i något mindre utsträckning — även bestämningar å årsbarr från äldre plantor. De värden som erhållits av plantor resp. barr överensstämma i stort sett väl — värdena från plantor visa dock en något större variationsvidd. Bland barrproven ingå några serier, som icke härröra från plantskolor vid Experimentalfältet, nämligen två serier från Ramningshults kronopark (c:a 2½ mil NNO om Uppsala), samt fyra serier från Tönnersjöhedens försökspark. Dessa serier hava medtagits för att erhålla medelvärden av ett större antal prov; de överensstämma väl med värden från Experimentalfältet.

Med hänsyn till beräkningar, som i ett senare kapitel komma att meddelas, och för vilka dessa »normalvärden» spela en mycket viktig roll, skall här ännu en gång påpekas, att de korrigeringar och beräkningar som utförts och som resulterat i dessa värden icke påverkat de enskilda värdena vart och ett för sig, utan beröra samtliga under en och samma dag intagna prov, vilka alltid utgjorts av både sydliga och nordliga provenienser. Den enda korrektion, som påverkat värdena individuellt, är korrektionen för vattenupptagning. Storleken av denna korrektion bestämmes helt av provens inläggningsordning, vilken emellertid varierat.

#### **Torrsubstanshaltens beroende av odlingsplatsens vegetationsperiod.**

Det framgår av de meddelade tabellerna en bestämd tendens, i det att torrsubstanshalten under höst och vinter är högre från ju nordligare och kallare trakter fröet härstammar. Den högre torrsubstanshalten hos de nordliga provenienserna kan då antagas bero på, dels att de vid Experimentalfältet haft mycket god tid på sig att hinna »mogna», då de ju avsluta tillväxten tidigt, dels att de sedermera vid sjunkande temperatur ha uppnått en högre grad av köldhårdighet än de sydliga. Dessa senare ha säkerligen icke samma förmåga att härdas, men dessutom torde de i olika hög grad påverkas av att de icke före höstens inträde hunnit normalt avsluta tillväxten, vilket senare redan TURSKI (1878) påvisade vid jämförande odlingar av rysk tall och tall från Darmstadt.

Det är givetvis av intresse att undersöka i vilken grad torrsubstanshalten



varierar beroende på klimatet på odlingsplatsen. Sårdförsök och planteringsförsök hava därför utförts på i klimathänseende mycket olika platser. För jämförelse lämpligast äro utan tvekan de planteringar som anlagts vid Gällivare, samt å Kulbäcksliden och Tönnersjöhedens försöksparkar (jfr nedan sid. 311). I tab. 8 hava upptagits de under olika år erhållna värdena. Dessa utgöra i regel rätt goda medeltal, då i dem ingå barr från ett stort antal plantor (jfr nedan tab. 24). Det framgår av tabellen, och kanske ännu tydligare av fig. 4, att de nordliga provenienserna kunna uppnå ungefär samma värden oberoende av odlingsplatsen, medan de sydligare visa en förhållandevis lägre torrsubstanshalt, ju strängare klimat, som råder på odlingsplatsen.

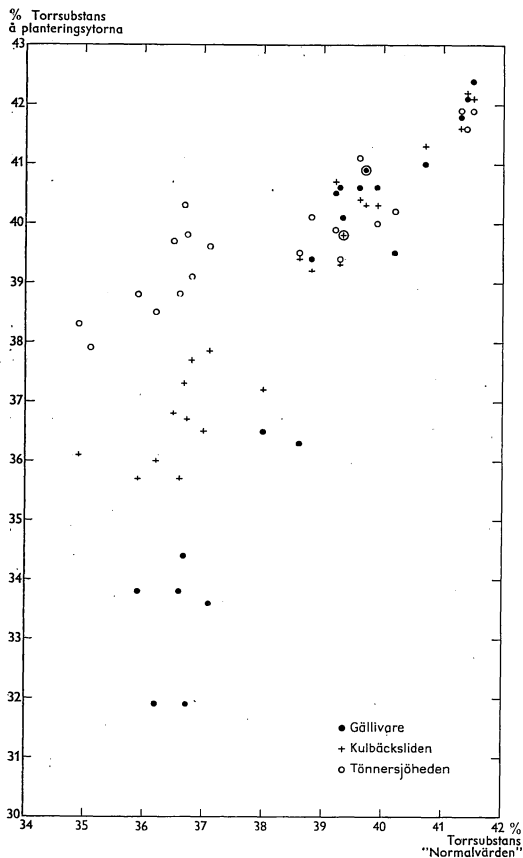


Fig. 4. Torrsubstanshalten i årsbarr av tall av olika proveniens å planteringsytor i olika delar av Sverige, i jämförelse med de värden å torrsubstanshalt, som erhållits vid Experimentalfältet (»normalvärden»). Värden från hösten 1933 (jfr tab. 8).

Trockensubstanzgehalt (30—43 % des Frischgewichts) einjähriger Kiefernadeln verschiedener Provenienz auf Pflanzungsflächen in verschiedenen Teilen Schwedens, verglichen mit den bei Experimentalfältet erhaltenen Trockensubstanzgehaltswerten (34—42 %). Die Werte vom Herbst 1933 (vgl. Tab. 8).

Tönnersjöheden, å andra sidan å Kulbäcksliden eller vid Gällivare torde därför med rätt stor säkerhet kunna hänföras till just denna orsak, d. v. s. inverkan av en för kort vegetationstid med ty åtföljande otillräcklig »mognad». Detta inflytande gör sig förhållandevis starkast gällande vid Gällivare, som

hava upptagits de under olika år erhållna värdena. Dessa utgöra i regel rätt goda medeltal, då i dem ingå barr från ett stort antal plantor (jfr nedan tab. 24). Det framgår av tabellen, och kanske ännu tydligare av fig. 4, att de nordliga provenienserna kunna uppnå ungefär samma värden oberoende av odlingsplatsen, medan de sydligare visa en förhållandevis lägre torrsubstanshalt, ju strängare klimat, som råder på odlingsplatsen. I fig. 4 ha proveniensernas »nordlighetsgrad» fått representeras av deras »normalvärden» av torrsubstanshalten enligt tab. 8, vilka avsatts efter ab-skissan.

Vi kunna av tab. 8 och fig. 4 finna en bekräftelse på vad HAGEM (1931) uttalat: en till ett varmare klimat med längre vegetationstid anpassad art — eller i detta fall proveniens — »prästerer ikke sit bedste» i ett för strängt klimat. Skillnaderna mellan de syd- och mellansvenska proveniensernas torrsubstanshalt å ena sidan å Tönnersjöheden, å andra sidan å Kulbäcksliden eller vid Gällivare torde därför

Tab. 8. Torrsubstanshalt i årsbarr av olika tallprovenienser odlade å Tönnersjöhedens och Kulbäckslidens försöksparker samt vid Gällivare, jämte proveniensernas »normalvärden» vid Experimentalfältet (jfr även tab. 32).

Trockensubstanzgehalt einjähriger Nadeln verschiedener Kiefernprovenienz aus Versuchsrevieren Tönnersjöheden und Kulbäcksliden, sowie aus Gällivare, samt die »Normalwerte» der Provenienzen bei Experimentalfältet (vgl. auch Tab. 32).

Nummer	Proveniens	»Normalvärden»	Tönnersjöheden			Kulbäcksliden			Gällivare	
			1932	1933	1934	1932	1933	1934	1933	1934
452	Tranöy.....	41,5	42,2	41,9	42,0	45,1	42,1	40,9	42,4	38,8
450	Alta.....	41,4	41,3	41,6	40,9	45,3	42,2	41,1	42,1	38,5
451	Målselv....	41,3	42,2	41,9	41,5	45,0	41,6	40,9	41,8	38,7
268	Övertorneå	40,7	—	—	—	43,5	41,3	38,7	41,0	37,7
267	Storbacken	40,2	41,2	40,2	39,4	—	—	—	39,5	36,9
271	Lappträsk..	39,9	40,4	40,0	39,9	43,6	40,3	38,0	40,6	37,0
269	Överkalix..	39,7	41,0	40,9	39,4	43,0	40,3	38,5	40,9	37,4
454	Skjomen...	39,6	40,9	41,1	39,9	43,6	40,4	38,8	40,6	37,2
323	Vindeln....	39,3	40,8	39,8	39,0	42,3	39,8	38,3	40,1	36,6
324	Vindeln....	39,3	40,4	39,4	39,2	42,5	39,3	37,1	40,6	36,3
288	Bodens revir	39,2	40,8	39,9	40,0	43,1	40,7	38,5	40,5	37,6
325	Hällnäs....	38,8	40,4	40,1	39,6	42,6	39,2	37,7	39,4	36,6
322	Älvdalen...	38,6	40,0	39,5	38,4	41,8	39,4	37,1	36,3	34,6
331	Torp.....	38,1	—	—	—	41,5	38,0	36,9	39,2	34,9
339	Ruskåsen...	38,0	—	—	—	41,5	38,0	37,2	36,5	0 <sup>1</sup>
316	Siljansfors..	37,1	39,6	39,6	37,0	41,5	37,6	36,7	33,6	33,3
340	Koppom....	37,0	—	—	—	40,1	36,5	36,2	—	—
457	Voss.....	36,8	39,1	39,6	37,8	40,2	37,7	36,5	—	—
341	Grimsten...	36,7	39,2	39,8	37,3	40,3	36,7	35,8	31,9	0
456	Gloppen....	36,7	39,4	40,3	38,0	41,0	37,3	36,8	34,4	0
320	Karlsby....	36,6	38,6	38,8	36,4	38,9	35,7	35,3	33,8	0
458	Svanöy.....	36,5	39,5	39,7	37,3	39,6	36,8	36,4	—	—
319	Gyltige.....	36,2	38,7	38,5	36,9	39,8	36,0	36,2	31,9	30,9
321	Dalarö.....	35,9	38,6	38,8	36,4	38,9	35,7	35,3	33,8	—
251	Karsholm...	35,1	37,8	37,9	35,6	—	—	—	—	—
342	Värnanäs...	34,9	38,3	38,3	36,8	39,2	36,1	35,9	—	—

<sup>1</sup> 0 = Ingen kvarlevande planta. Keine Pflanze übriggeblieben.

visserligen ligger inom tallens utbredningsområde, men icke så långt från dess gräns.

Å andra sidan måste man anse, att vid Tönnersjöheden samtliga provenienser hava fullt ut tillräcklig vegetationstid till sitt förfogande och alltså icke av denna anledning behöva inträda i vintervila med nedsatt halt av torrsubstans och vad därmed följer. Samtidigt synas de nordliga provenienserna icke använda den för dem onormalt långa vegetationstiden för att ytterligare öka sin torrsubstanshalt, men icke heller förefalla de att på grund av klimatförhållandena minska sin vinterberedskap. De differenser i torrsubstanshalt, som under förvintern komma till synes å Tönnersjöheden, torde därför kunna hänföras till plantornas av inre faktorer betingade olika förmåga att hårdas, eller att bereda sig för övervintring i vilotillstånd.

Vid Experimentalfältet torde den som vegetationsperiod tillgängliga tiden i regel räcka till även för sydsvenska proveniensers behov, medan däremot förhållandet blir ett annat då det gäller proveniensers från Syd- och Mellan-europa. På grund av de relativt sena sådderna är det dock sannolikt, att även en del sydsvenska proveniensers erhållit en kanske något för kort vegetations-tid, och att vi vid Experimentalfältet ha att räkna med inverkan av denna faktor även för en del av det svenska plantmaterialet. Detta torde särskilt gälla de relativt tidigt på hösten inlagda provserierna; som framgår av fig. 3, avtager differensen mellan nordliga och sydliga proveniensers från början av oktober och till november.

Detta förhållande minskar ju emellertid icke betydelsen av de vid Experimentalfältet utförda bestämningarna av torrsubstanshalten, då anpassning till vegetationsperiod av viss längd såväl som den härdning, som kan uppnås efter periodens avslutning, båda torde vara karakteristiska för tallplanter av viss proveniens. När emellertid båda inverka på halten av torrsubstanshalt, är det omöjligt att avgöra vad som beror på den ena, eller på den andra faktorn — det är för övrigt alls icke säkert, kanske icke heller troligt, att det här föreligger två olika egenskaper. Anpassning till vegetationsperiod av viss längd kan samtidigt innebära möjlighet till viss maximal härdning efter periodens slut, möjliggörande plantornas existens även mellan tvenne vegetationsperioder. Har vegetationsperioden vid såddförsöken härstädes blivit något knapp, torde detta därför icke hava gjort sig gällande på annat sätt än att differenserna mellan de sydliga och de nordliga provenienserna blivit något ökade. Å andra sidan ha höstarna under de senare åren i Stockholms-trakten genomgående varit varma och mulna, varför det av denna anledning är troligt, att skillnaderna mellan de olika provenienserna icke kommit till sin rätt; beträffande vintervete fann nämligen MUDRA (1932) att en relativt hög ljusintensitet erfordras, för att sortdifferenserna skulle göra sig fullt gällande (jfr VASSILJEW 1932).

Det plantmaterial, å vilket de i tab. 7 och 8 framlagda resultaten ernåtts, ha ju till övervägande del varit nordiskt, från Sverige och Norge. Dessutom ha visserligen ingått enstaka proveniensers från sydligare länder, men det är givetvis av största intresse att studera förhållandena vid undersökning i större omfattning av tall från Syd- och Mellan-europa. Ett större antal fröprov från ett flertal länder ha med stort tillmötesgående ställts till mitt förfogande, samt ha här såtts och undersökts. Detta material är ännu icke färdigarbetat, men skall här dock en del av detsamma framläggas i preliminärt skick i tab. 9. I tabellen ingår visserligen knappast något av det tyska materialet, liksom endast en del av det finska och franska etc., men tabellen visar dock en från söder mot norr, från varmare trakter mot kallare tämligen jämn variabilitet av torrsubstanshalten. De för tabellen använda värdena äro me-

Tab. 9. Torrsubstanshalt i årsplantor av tall, medeltal av 4 serier dubbelprov, oktober 1932—februari 1933.

Trockensubstanzgehalt einjähriger Kiefernplanten. Mittelwerte aus 4 Serien Doppelproben, Oktober 1932—Februari 1933.

Plantornas härstammningsort Herstammungsorte der Pflanzen	Antal provenienser Anzahl der Provenienzen	Torrsubstans- halt i % av friskvikten Trockensub- stanzgehalt in % des Frisch- gewichtes	Relativ torrsubstans- halt Trockensub- stanzgehalt, relativer Wert
Norge:			
Nordlands, Troms och Finmarks fylken	5	39,6	100
Oplands, Hedmarks och Buskeruds »	8	34,1	86
Sogn og Fjordarnes och Hordalands »	13	31,1	78,5
Finland:			
Uleåborgs län.....	7	39,4	99,5
Kuopio län.....	2	37,8	95,5
Wasa, St, Michels, Björneborgs och Tavastehus län.....	13	36,0	91
Nylands och Viborgs län.....	3	35,6	90
Ryssland:			
Ojrat-området (Altai).....	1	36,9	93
Perm-trakten.....	4	33,7	85
Novo-Sibirsk.....	4	32,0	81
Ukraina och Västra Ryssland.....	7	30,3	75,5
Lettland:.....	7	32,2	81,5
Tyskland:			
Ostpreussen.....	1	32,1	81
Schlesien.....	1	31,7	80
Pfalz.....	1	29,9	75,5
Skottland:.....	3	30,1	76
Polen.....	11	29,7	75
Frankrike, södra och mellersta.....	3	29,3	74
Italien, norra.....	1	29,1	73,5
Spanien, norra.....	2	27,0	68

deltal av fyra serier om vardera ett dubbelprov, vilkas torrsubstanshalt bestämdes vintern 1932—1933; tabellvärdena äro sinsemellan jämförbara.

#### Torrsubstanshaltens variabilitet inom enskilda provenienser.

Några undersökningsserier ha utförts i avsikt att studera torrsubstanshalten hos olika plantor av samma proveniens, dels för att erhålla ett allmänt begrepp om variationsvidden, dels för att komma eventuella differenser mellan nordliga och sydliga provenienser i detta avseende på spären.

Torrsubstanshalten i årsplantor av tre olika provenienser undersöktes i december 1933. De i försöket ingående provenienserna voro:

Svartbergets försökspark vid Vindeln . . . . . 64°15' N bredd  
 Gryta gård, en halvmil norr om Västerås . . . . . 59°39' »  
 Haute-Loire, Auvergne, Frankrike . . . . . 45° »

Torrsubstanshaltens fördelning å olika plantor återgives grafiskt å fig. 5. Variationsvidden förefaller öka från norr mot söder.

Torrsubstanshalten i barr av äldre plantor har bl. a. undersökts i en plant-skola å Kulbäckslidens försökspark, varvid i försöket ingingo de tre prove-

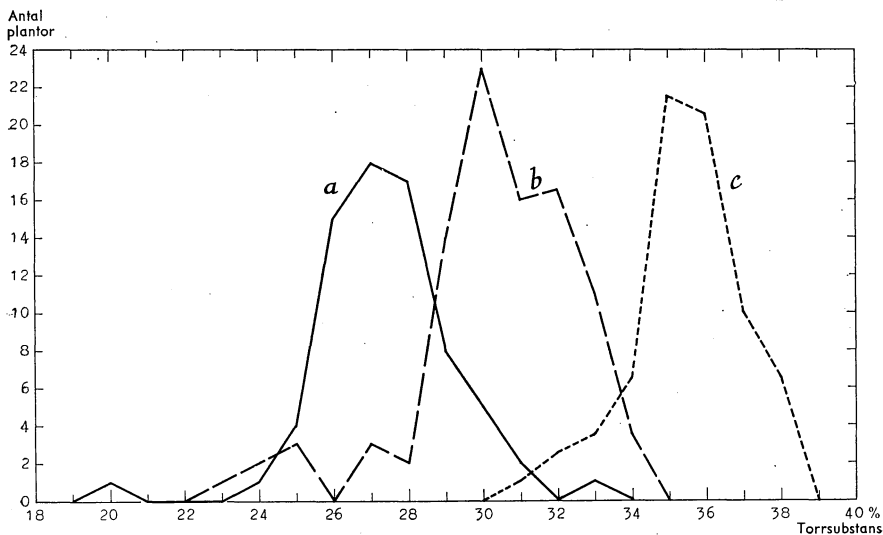


Fig. 5. Frekvensen av enskilda årsplantors torrsubstanshalt inom olika tallprovenienser. Härstamning: *a* = Haute-Loire, Frankrike; *b* = Gylta vid Västerås; *c* = Svartbergets försökspark vid Vindeln (Västerbotten).  
 Frequenz des Trockensubstanzgehalts einzelner einjähriger Pflanzen verschiedener Provenienz. Herkunft: *a* = Haute Loire, Frankreich; *b* = Gylta bei Västerås; *c* = Versuchsrevier Svartberget bei Vindeln.

nienserna 451 Målselv, 331 Torp samt 319 Gyltige (jfr. tab. 32). Av var och en av de tre provenienserna undersöktes barrprov av 50 friska plantor. Torrsubstanshaltens fördelning framgår av fig. 6. Variationsvidden förefaller att i detta fall öka från söder mot norr, varför ytterligare undersökningar tydligen äro av nöden, innan några bestämda slutsatser kunna dragas angående olika proveniensers variationsvidd.

Av intresse är att erfara, huruvida avkomman av olika moderträd skiljer sig sinsemellan i avseende å torrsubstanshalt m. fl. egenskaper. För att närmare undersöka detta insamlades kott från ett hundratal träd å Svartbergets försökspark våren 1933. Då försöket endast avsåg en första orientering togs kotten icke från stående träd, utan från en avverkning av gamla överståndare å Svartbergets försökspark. Kott samlades från fällda träd å ett unge-

färligt höjdläge av dels 200, dels 300 m ö. h. Detta material, som visade påfallande skillnader mellan avkomman av olika träd särskilt i fråga om tillväxten, skall här endast anföras för att visa den skillnad i torrsubstanshalt, som utmärker plantor stammande från samma trakt men olika höjdläge. Vid bestämning av torrsubstanshalten i årsplantor framgick den av fig. 7 visade frekvensen. Torrsubstanshalten var i avkomman efter tallarna å en höjd av c:a 200 m ö. h. i medeltal 34,6 %, å en höjd av c:a 300 m 35,6 %

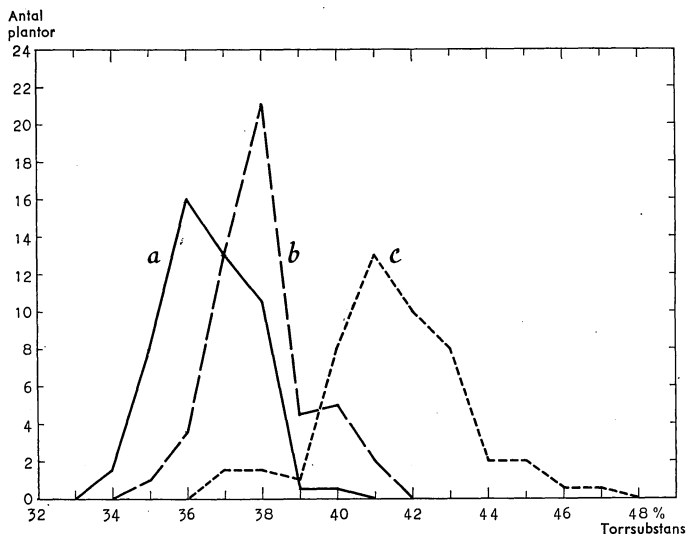


Fig. 6. Frekvensen av torrsubstanshalt i enskilda tallplantors barr. Härstamning: *a* = Gyltige, *b* = Torp, *c* = Målselv (jfr tab. 32). Material från planteringsytan å Kulbäckslidens försökspark.

Frequenz des Trockensubstanzgehalts der Nadeln einzelner einjähriger Pflanzen. Herkunft: *a* = Gyltige, *b* = Torp, *c* = Målselv (vgl. Tab. 32). Material von der Pflanzungsfläche im Versuchsrevier Kulbäcksliden.

av friskvikten. Differensen,  $1,0 \pm 0,3$  %, är säkerställd. Hösten 1935 gjordes en bestämning å torrsubstanshalten i barr av samma plantmaterial, som under våren blivit utskolat. Differensen var nu avsevärt mindre, i det att medeltalen voro 37,3 % resp. 37,6 %. Differensen överstiger, om också obetydligt, 2 gånger sitt medelfel, vilket enligt FISCHER (1932) betyder, att differensen nätt och jämnt faller inom den gräns, som konventionellt anses avgöra, att differensen är av betydelse. En motsvarande bestämning utförd i slutet av februari 1935, visade en tendens i samma riktning, ehuru så svag, att den icke kan anses vara säkerställd; anledningen var sannolikt, att bestämningen utfördes för sent på våren, då differenserna olika proveniensers emellan redan börjat elimineras.

De här ovan sammanställda resultaten av undersökningar över torrsubstanshaltens variation och variabilitet i tallplantor av olika härstamning kunna sammanfattas sålunda:

torrsubstanshalten tilltager under hösten och förblir hög under vintern,

torrsubstanshalten är under höst och vinter ett värde, som är högre för tallplantor ur frö från nordliga trakter, lägre för tallplantor ur frö från sydliga trakter.

Torrsubstanshalten torde därför kunna användas som indikator på olika proveniensers grad av vinterberedskap och därmed följande köldhärdighet.

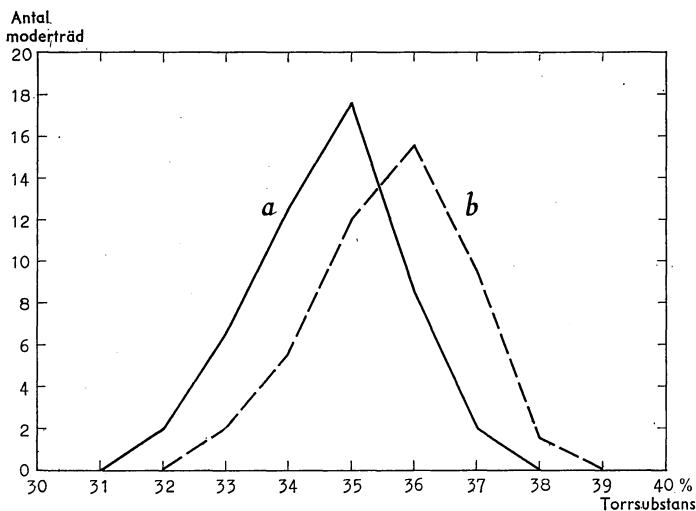


Fig. 7. Torrsubstanshalten i årsplantor av tall ur frö från enskilda moderträd. Moderträden från försöksparken Svartberget vid Vindeln från en höjd över havet av dels c:a 200 m (a), dels c:a 300 m (b).

Trockensubstanzgehalt einjähriger Kiefernpflanzen aus Samen von einzelnen Mutterbäumen. Die Mutterbäume aus dem Versuchsrevier Svartberget bei Vindeln aus c:a 200 (a) bzw. c:a 300 m (b) Höhe ü. d. M.

Det är möjligt att erhålla torrsubstanshalten tillräckligt noggrant bestämd för detta ändamål, trots de felkällor, som uppstå genom dagsvariationer, vattenupptagning under provinläggning, olika grobarhet med därav följande olika planttäthet i såddraderna, olika groningshastighet, etc., vilka felkällor endast ofullkomligt eller icke alls kunnat motverkas genom utförda korrekationer.

I det följande kommer de olika omnämnda proveniensernas torrsubstanshalt att användas som ett uttryck för deras »nordlighetsgrad», eller rättare sagt, som ett värde motsvarande deras tillpassning efter klimatet i deras resp. hemtrakter. Sambandet mellan torrsubstanshalten och hemortens klimat kommer i ett senare kapitel att närmare avhandlas (jfr kap. 6).

### Sockerhalt.

Sockerhalten har ju sedan länge satts i nära förbindelse med växters köldhårdighet. MEYER (1928) har funnit, att sockerhalten i barr av *Pinus rigida* ökade under höstmånaderna, höll sig relativt hög under vintern, avtog under våren, samt var jämförelsevis låg under sommaren. Barr av *Pinus silvestris* ha undersökts av STEINER (1933), som påvisat, att sockerhaltens variationer rätt nära följa det osmotiska värdet. Detta stiger under hösten för att åter nedgå under våren. Enligt STEINER torde det osmotiska värdets variationer under vintern huvudsakligen bero på variationer i sockerhalten, så bl. a. i barren av vår vanliga tall. Sockerhalten har överhuvud taget visat sig stå i starkare samband med köldhårdigheten än vad fallet är med torrsubstanshalten (jfr t. ex. ÅKERMAN 1927), ehuru denna regel dock ej synes ha generell giltighet (CONSTANTINESCU 1933). Gäller det att utföra en bestämning, som bör kunna giva möjligast säkra upplysningar beträffande köldhårdigheten, så torde analys av sockerhalten i främsta rummet ifrågakomma.

Vid en dylik analys bestämmes halten av reducerande substans, sedan vattenlösliga äggviteämnen avlägsnats, varvid halten av glykos eller druvsocker erhålles. Vidare utföres samma bestämning sedan provlösningen inverterats, varvid erhålles halten av totalsocker. Differensen mellan bestämningsarna giver upplysning om halten av rörsocker, bestämt som glykos. Då intet annat uttryckligen angives, avses i det följande med sockerhalt endast halten av reducerande ämnen före invertering, eller glykos och ev. fruktos.

**Metodik.** Beträffande provtagning, provens inläggning och torkning se ovan sid. 255 och följ. Det torkade provets behandling och den vidare analysen utfördes vid undersökningarnas början helt enligt de vid Svalöf tillämpade metoderna (jfr BOBECK 1928), men ha dessa senare i vissa avseenden modifierats, varvid avsevärd tidsvinst kunde göras vid analys av barmaterial.

Bestämningen utfördes enligt HAGEDORN (1921), och bestod i en för blodsockeranalys utexperimenterad mikrometod. Tillvägagångssättet var till en början följande.

Det i en vågflaska nedklippta och med eter övergjutna provet torkades, vägdes och övergöts ånyo med eter, varefter barren krossades med en glasstav. Sedan etern fått avdunsta tillsattes 5 cc 2 ggr destillerat vatten, provet bearbetades med glasstaven några gånger och lämnades över natten. Påföljande morgon tillsattes 1,2 cc lösning (20 %) av mercuronitat, provet omrördes, och fick stå en halv timme. Genom tillsättningen utfölldes äggviteämnen (KRISTENSEN 1916). De olösta delarna av provet jämte äggvitefällningen fränfiltrerades därefter, vilket måste ske under tryck och var synnerligen tidsödande. Filtratet fylldes sedan upp till 25 cc med destillerat vatten och var färdigt för sockerbestämningen.

Tillvägagångssättet var som nämnt ganska tidsödande, och ändrades därför i vissa delar. Proven torkades sålunda osönderdelade i pergamynpåsar, nedfördes därefter i vågflaskor och krossades torra med en glasstav, eller sönderklippes först, om det var fråga om barr. Proven övergötes därefter med vatten som ovan



beskrivits, bearbetades upprepade gånger med glasstaven och lämnades över natten, varefter äggviteämnena följande morgon fälldes med  $\text{HgNO}_3$ . Vågflaskans hela innehåll spolades därefter ned i en mätkolv om 25 cc. Kolvens hals var försedd med en skala, graderad i tiondels cc. Kolven fylldes till märket med vatten, och därefter tillsattes ytterligare så många cc vatten, som provets torrsvikt i gram. Därefter filterrades genom ett filtrum (Schleicher & Schüll nr 602 hårt) i vanlig tratt. När lösningen passerat filtret, vilket går ganska fort, fick den rinna ned i en liten Ehrlenmeyer-kolv innehållande natriumklorid i överskott, varvid i lösningen befintligt kvicksilver utfälldes. Till slut filterrades genom två över varandra placerade trattar, den övre försedd med hårt filterpapper, nr 602, den andra med vanligt filterpapper. De första dropparna filtrat upptogs i en bägare med litet  $\text{NaCl}$ -lösning, för att kontrollera, att intet kvicksilver fanns kvar i lösningen; resten, eller så mycket man önskade taga vara på, upptogs i små Ehrlenmeyer-kolvar, vilka korkades.

I den lösning, som enligt den först tillämpade metoden erhöles, fälldes likaledes kvicksilvret medelst överskott av  $\text{NaCl}$ , varpå lösningen filterrades.

Den vidare behandlingen skedde helt efter analysföreskrifterna.

Invertering av rörsocker utfördes genom kokning under 15 min. efter tillsats av 1 cc 0,1 normal saltsyra, varefter neutraliserades med 1 cc 0,1 normal  $\text{NaOH}$ . Inverterade och icke inverterade prov av samma lösning behandlades sedan parallellt. Analysen utfördes på följande sätt. En viss mängd lösning — c:a 0,2 cc — försattes med 2 cc 0,005 normal lösning av kaliumferricyanid, som nedspolades i provröret med 6 cc dest. vatten. Rören nedsänktes under 15 min. i kokande vatten, fingo därefter svalna något och kylades sedan i kallt vatten. Rören försattes därefter med 2 cc ättiksyra (3 %), och sedan med 3 cc av lösning, som på 200 cc innehåller 5 gr kaliumjodid, 10 gr zinksulfat och 50 gr natriumklorid. Enligt analysföreskrifterna skulle denna lösning tillsättas före ättiksyran, men då vid lösningens tillsättning en flockig fällning uppstår, är det mycket svårt att senare få innehållet omblandat ordentligt. Tillsättes syran först — vilket icke i någon mån inverkar på resultatet — undvikas dessa svårigheter. Efter ungefär 15 min. titrerades proven med tiosulfatlösning och stärkelselösning som indikator; titreringen bör taga omkring 3 min. Vid tillsättning av ättiksyran och den kombinerade lösningen samt efteråt vid titreringen iaktogs, att de båda parallellproven av var proveniens placerades symmetriskt, så att t. ex. det första och sista provröret voro parallellprov. Det visade sig nämligen, att tiden mellan lösningarnas itappande och titreringen spelade viss roll.

Med denna försöksanordning kan en person medhinna analys av ett dubbelprov och ett inverterat enkelprov av 8—10 lösningar per dag, inberäknat lösningarnas iordningsställande, jämte erforderlig mängd blindprov.

Då det kunde förutsättas, att precis samma resultat icke skulle erhållas efter sedan plantor eller barr torkats hela, som då de i friskt tillstånd sönderklippts och sedan nästan omedelbart dödats med eter, utfördes en del jämförande försök. Det framgick av dessa, att såväl halten av torrsubstans som av socker minskade något då proven torkades hela. Torrsubstanshaltens minskning är lätt förklarlig, då den sax proven sönderdelades med blev våt, samt då avdunstningen från snittytorna väl alltid hann göra sig gällande i någon mån; torrsubstansvärdet torde därför blir korrektare vid vägning av hela plantor och barr. Med sockret förhåller det sig annorlunda, då dess minskning — i förhållande till vattenhalten — icke endast torde bero på denna senares ökning vid torkning av hela prov, utan även till någon

del på att socker kan hinna förstöras under den tid som förflyter från provens insättande i termostaten, till dess de dödats och torkat (jfr VASSILJEW 1931). Några betydelsefulla förluster uppstå dock icke på detta sätt.

En större felkälla skulle då kunna finnas i de omvandlingar, som ev. äga rum i de i vatten eller fuktighetsmättad luft vid rumstemperatur förvarade proven. Då emellertid huvudvikten vid dessa undersökningar lagts å bestämning av torrsubstanshalten, har icke någon hänsyn tagits till sockerhaltens eventuella fluktuationer på grund av inläggningsmetoden.

Den enligt ovan beskrivna metod bestämda reducerande substansen har som nämnts angivits vara glykos, ehuru ej någon absolut visshet föreligger, att så även är förhållandet. Vid undersökning har det dock visat sig, att den i proven förekommande reducerande substansen i olika koncentrationer utövar sin reducerande förmåga — sedan äggviteämnen bortfällts — precis på samma sätt som om den helt utgjordes av glykos.

Sockerhalten har, då intet annat särskilt framhålles, beräknats i procent av provets vattenvikt (friskvikt minskad med torrsvikt), enligt ÅKERMAN (1927), då sockrets betydelse som direkt köldskydd givetvis beror av den koncentration av socker som cellsaften innehåller. Med samma sockerkvantitet i förhållande till friskvikten kommer således den angivna sockerhalten att öka med ökad torrsubstanshalt, då ju sockrets koncentration i cellsaften i sådant fall blir högre.

#### Sockerhaltens variation under höst och vinter.

På samma sätt som torrsubstanshalten tilltager även sockerhalten under hösten. Som något senare skall visas, är till viss grad torrsubstanshaltens ökning en direkt följd av sockrets tilltagande (jfr sid. 282). Fig. 8 åskådliggör sockerhaltens tilltagande under hösten i tallplantor av tre provenienser, nämligen desamma, vilkas variationer med avseende å torrsubstanshalten återgivas av fig. 2.

Då sockerhalten är beräknad i förhållande till provets vattenvikt, följer därav, att de dygnsvariationer, som göra sig gällande beträffande torrsubstanshalten, även komma att influera på sockerhalten — eller är det torrsubstanshalten som påverkas av dagsvariationerna i sockerhalten. Denna påverkas emellertid av de under olika dagar varierande assimilationsmöjligheterna (jfr VASSILJEW 1932). ÅKERMAN (1927) fann beträffande veteplantor den högsta sockerhalten efter en svit av dagar med svag frost och klart väder, sannolikt till följd av att plantorna under dessa betingelser förbruka mindre socker än de bilda; under snötäcke, eller beskuggade, förlora plantorna socker även vid låg temperatur (ÅKERMAN 1927), samtidigt som deras köldhärdighet även avtager (TUMANOW 1931).

Sker plantornas härdning — det förlopp under vilket köldhärdighet ernås — vid bristande vattentillgång, minskas assimilationen och sockeranhopningen inskränkes; detta till trots ökar köldhärdigheten i detta fall hastigare än hos

kontrollplanter med riklig vattentillgång och därav möjliggjord rikligare sockerbildning (TUMANOW 1931). I det förra fallet tilltager dock torrsbstanshalten mer än i det senare. Det är sålunda givet, att köldhårdigheten icke är beroende endast av sockerhalten, vilket ytterligare understrykes av att vintervicker — med minst samma köldhårdighet som vintervete — under härningen minskar sin sockerhalt, samtidigt som vintervetets sockerhalt kraftigt tilltager. På samma gång minskar relationen rörsocker/glykos hos vicker, medan den hos vintervete ökar i påfallande grad.

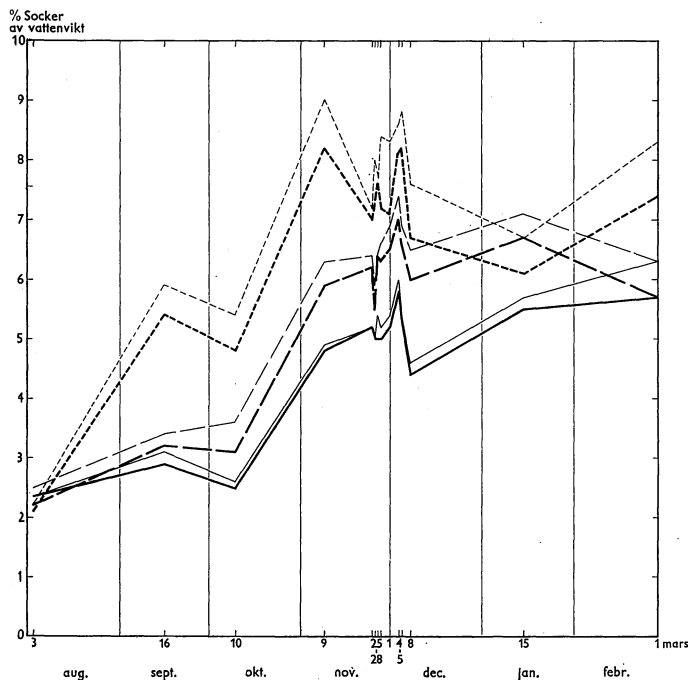


Fig. 8. Sockerhalten före (grova linjer), resp. efter invertering (fina linjer) i årsplanter av tall vid olika tidpunkter under höst och vinter. Proveniens: - - - Kihlangi (Norrbotten), - - - Kinnared (Halland), — Lenti (Ungern).

Zuckergehalt vor (grobe Linien) bzw. nach der Inversion (feine Linien) in einjährigen Kiefernplanzen zu verschiedener Zeit im Herbst und Winter.

### Socketrhaltens variabilitet.

Finna vi sålunda i fråga om sockerarterna icke något generellt och direkt samband med köldhårdigheten, gäller dock om sockerhalten detsamma som om torrsbstanshalten, att den för olika sorter eller provenienser av vissa växtarter dock kan tjäna som mått vid en jämförelse mellan de grader av köldhårdighet, som i olika fall ernåtts. Sockerhalten kommer att till väsentlig

grad bestämmas av andnings- och assimilationsintensiteten vid låg temperatur. En differens beträffande assimilationsförmågan finnes enligt BELJAKOFF (1930) mellan tvenne kornsorter av olika geografisk utbredning, nämligen nordsvenskt Vegakorn och sydsvenskt Gullkorn. Den förstnämnda sorten utmärktes av en högre och regelbundnare assimilation vid lägre temperatur, samt visade ett assimilationsmaximum vid  $+20^{\circ}$ , medan den sydligare sorten vid låg temperatur icke endast assimilerade sämre utan även påfallande oregelbundet, samt hade sitt assimilationsmaximum vid  $+30^{\circ}$ . En differens i sockerhalt under höst och vinter torde sålunda kunna vara en följd av och ett tecken på betydelsefulla olikheter i fysiologisk inställning.

Vid undersökning av sockerhalten i årsplantor såväl som i barr av äldre plantor av tall ha avsevärda skillnader kunnat fastställas mellan olika provenienser. Som ett första exempel därpå meddelas här en del värden erhållna vid analys av prov av de 11 provenienser, som ingingo i första såddförsöket. Av tab. 10 framgår, huru sockerhalten under hösten stiger för att under vintern variera, dock med tendens till ytterligare stegring, särskilt under eftervintern. Stegringen fortsätter under förvåren för att senare åter avtaga, som framgår av bestämningar vid mitten av juni. Det är vidare påtagligt, att årsplantornas primärblad innehålla proportionsvis mera socker än årsbarr av äldre plantor.

Det framgår av tabellen, att — liksom beträffande torrsubstanshalten — sockerhalten är högre ju nordligare och kallare fröinsamlingsorten är belägen. Då utförda frysförsök visat en liknande variabilitet i fråga om köldhårdighet, föreligger sålunda hos tall en överensstämmelse mellan sockerhalt och köldhårdighet av samma art som exempelvis hos vete.

Jämföra vi medeltal av bestämningarna september—april 1929—30 för de olika provenienserna beträffande dels torrsubstanshalt, dels sockerhalt i plantor och årsbarr, så finna vi med varandra väl överensstämmande värden, jfr tab. 11.

Huru förhållandet mellan sockerhalt och torrsubstanshalt varierar med årstiden åskådliggöres av fig. 9, som för de sex serierna årsplantor 1929—30 återgiver sambandet mellan socker- och torrsubstanshalt. Det framgår av figuren, att differensen mellan sydliga och nordliga provenienser är störst under den tid, då hårdningen äger rum, under september—november. Redan under december ha differenserna något minskat, för att vad sockerhalten angår nästan helt utplånas i april. I juni äro skillnaderna obetydliga och oregelbundna vad både torrsubstans- och sockerhalt beträffar.

Inläggning av provserier har av denna anledning företrädesvis ägt rum under oktober och november månader.

Tab. 10. Sockerhalt i årsplantor och årsbarr av tall av olika proveniens olika tider på året. Sockret bestämt som reducerande substans utan invertering, angiven i % av vattenvikten (= friskvikt minus torrsvikt).

Zuckergehalt einjähriger Kiefernplanzen und Nadeln verschiedener Provenienz und zu verschiedener Jahreszeit. Zucker als reduzierende Substanz ohne Inversion bestimmt in % des Wassergewichts (= Frischgewicht — Trockengewicht).

Proveniens	Nordlig bredd	1928—1929					1929—1930												1930			
		1/10  Plantor Pflanzen	14/11  Plantor Pflanzen	22/12  Plantor Pflanzen	22/2  Plantor Pflanzen	28/3  Plantor Pflanzen	20/9		8/11		12/12		25/2		1/4		12/6		30/9  Barr Nadeln	1/10  Plantor Pflanzen	15/11	
							Plantor Pflanzen	Barr Nadeln	Plantor Pflanzen	Barr Nadeln	Plantor Pflanzen	Barr Nadeln	Plantor Pflanzen	Barr Nadeln	Plantor Pflanzen	Barr Nadeln	Plantor Pflanzen	Barr Nadeln				
Lenti .....	45°40'	6,2	9,3	9,8	9,6	10,7	3,0	2,1	7,7	6,6	7,4	4,9	12,9	11,0	10,5	10,5	5,9	6,8	3,3	5,1	5,3	6,4
Chorin .....	52°53'	5,5	9,2	12,2	9,3	10,7	2,3	3,6	7,1	7,1	6,6	5,5	12,6	10,5	11,7	10,6	6,3	7,6	3,2	4,5	6,0	8,1
Gyltige .....	56°46'	7,6	10,9	11,4	10,7	11,1	3,3	3,3	9,3	6,8	7,7	5,7	11,8	10,1	10,9	10,7	6,3	6,7	3,8	5,3	6,6	8,9
Karlsby .....	58°37'	6,8	11,0	11,3	10,7	11,1	3,2	2,9	9,1	7,3	8,0	6,2	13,4	11,8	11,1	11,1	6,4	6,1	3,8	5,3	6,3	9,0
Dalarö.....	59°8'	7,8	10,9	11,3	10,6	11,0	2,9	3,9	8,6	5,8	8,6	6,7	12,7	11,6	11,3	10,7	7,0	6,7	3,6	5,3	6,4	8,8
Älvdalen.....	61°25'	7,9	12,3	12,6	10,6	11,1	4,9	4,4	11,1	6,7	8,7	7,1	13,0	11,1	11,5	11,0	7,1	7,0	3,6	—	6,7	—
Vindeln .....	64°11'	8,8	14,1	13,0	10,6	11,0	4,9	4,6	12,2	6,3	9,0	7,6	12,2	11,6	11,4	11,2	7,7	6,5	4,2	7,4	7,5	10,3
» .....	65°11'	—	12,5	11,9	12,3	10,6	5,0	4,3	12,3	6,5	9,3	7,2	13,7	10,8	11,5	10,9	7,9	6,7	4,1	7,6	7,2	10,7
Hällnäs .....	64°23'	—	13,0	14,1	11,2	11,5	4,2	4,6	11,8	5,6	9,5	6,5	13,5	11,0	11,5	10,5	6,9	6,2	4,0	7,0	7,1	10,5
Lappträsk .....	66°	—	13,3	12,8	11,8	10,5	5,1	5,3	12,3	8,5	9,5	8,0	13,4	11,6	10,8	10,5	6,7	5,8	5,3	7,9	7,7	11,1
Råneträsk .....	66°30'	—	12,7	14,0	10,0	9,7	—	5,5	—	9,6	—	7,9	—	10,8	—	10,4	—	6,8	4,4	—	6,9	—

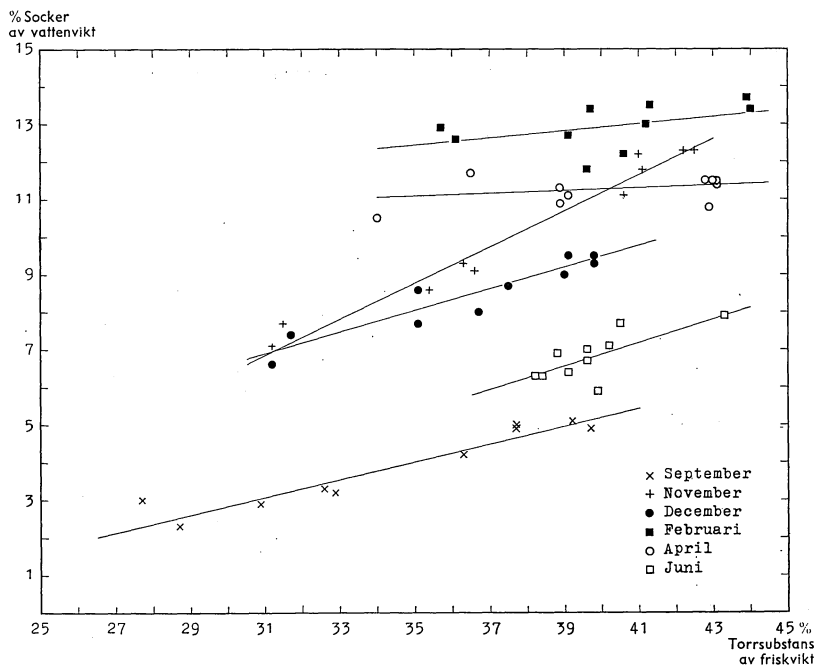


Fig. 9. Sambandet mellan sockerhalt (glykos i % av vattenvikt) och torrsubstanshalt (% av friskvikt) i årsplantor av 11 tallprovenienser (jfr tab. 7 och 10) under olika månader.

Die Zusammenhang zwischen Zuckergehalt (Glukose in % des Wassergewichts) und Trockensubstanzgehalt (% des Frischgewichts) einjähriger Pflanzen von 11 Kiefernprovenienzen (vgl. Tab. 7 und 10) während verschiedener Monate.

Tab. II. Jämförelse mellan medeltal av socker- och torrsubstanshalt i årsplantor och barr av tall 1929–30.

Vergleich zwischen Zucker- und Trockensubstanzmittelwerte 1-jähriger Planzen und Nadeln älterer Kiefernplanzen 1929–30.

	Proveniensenr									
	462	475	319	321	320	325	322	323	324	271
Sockerhalt:										
% av vattenvikt .....	7,7	7,8	8,0	8,3	8,4	8,9	9,0	9,1	9,2	9,5
Zuckergehalt										
% des Wassergewichts										
Torrsubstanshalt:										
% av friskvikt .....	32,8	34,0	36,3	36,2	36,7	39,2	39,2	39,6	39,9	40,7
Trockensubstanzgehalt										
% des Frischgewichts										

Då sambandet mellan torrsubstanshalt och sockerhalt är av stort intresse, skall det här i fig. 10 demonstreras å ett större antal provenienser, utgörande en provserie inlagd den 30/9–2/10 1930 och omfattande såväl årsplantor som årsbarr av 1 och 2 år äldre plantor. I detta fall har valts att låta socker-

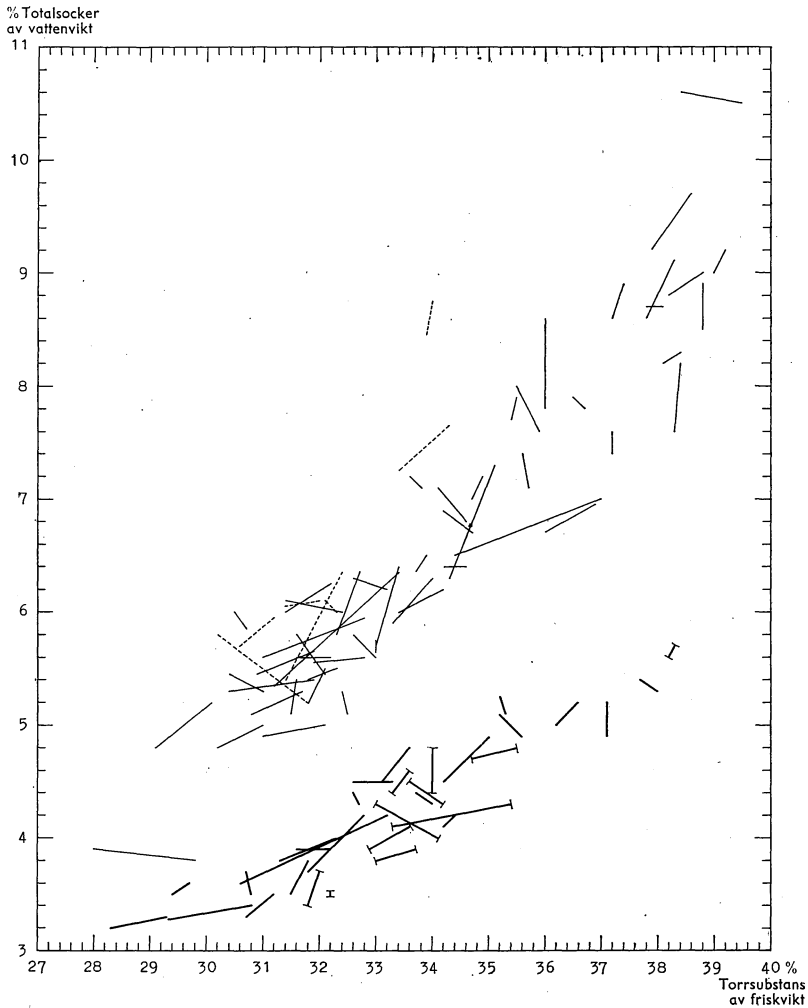


Fig. 10. Sambandet mellan halt av totalsocker (socker efter invertering i % av vattenvikt) och torrsubstanshalt i olika tallproveniens vid Experimentalfältet. Material: — årsplanter den 1/10, — — — årsplanter den 2/10, — — — årsbarr av 1½-åriga planter samt | — | årsbarr av 2½-åriga planter den 30/9 1930. Linjerna sammanbinda de båda i dubbelproven ingående enkelprovens värden.

Die Zusammenhang zwischen Totalzuckerhalt (Zucker nach Inversion in % des Wassergewichts) und Trockensubstanzgehalt verschiedener Kiefernprovenienzen bei Experimentalfältet. Material: — einjährige Pflanzen am 1/10, — — — einjährige Pflanzen am 2/10, — — — einjährige Nadeln 1½-jähriger Pflanzen und | — | einjährige Nadeln 2½-jähriger Pflanzen am 30/9 1930. Sämtliche Linien verbinden die beiden in den Doppelproben einbegriffene Einzelprobenwerte.

halten representeras av totalsocker, vilket emellertid icke medför någon vidare skillnad mot om även i detta fall glykoshalten angivits (jfr nedan tab. 12). Å denna figur ha icke dubbelprovens medeltal angivits utan de båda punkter, som representera enkelprovens värden, ha sinsemellan förbundits med en linje; de båda ändpunkterna av varje å figuren förekommande linje utmärker sålunda ett enkelprov. Det är därför möjligt att av figuren få en uppfattning om variationen inom dubbelproven med avseende på såväl torrsubstanshalt som halt av totalsocker. Det framgår av figuren, att sambandet mellan torrsubstans- och sockerhalt är positivt och ganska starkt — den enda större avvikelserna visar ett prov av årsplantor stammade från Sibirien öster om Bajkalsjön; samtliga övriga prov äro europeiska, företrädesvis nordiska. Även inom dubbelproven föreligger i de flesta fall ett tydligt positivt samband mellan torrsubstans- och sockerhalt, helt naturligt för övrigt då ju sockerhalten är angiven i förhållande till provens vattenvikt.

Den påtagliga samvariation, som enligt fig. 10 existerar mellan torrsubstanshalt och sockerhalt, då de beräknats som skett, tillåter slutsatsen att åtminstone vad de europeiska provenienserna angår, differenser olika provenienser emellan kunna konstateras lika väl genom analys av torrsubstanshalt som av sockerhalt. Av figuren framgår visserligen, att beträffande torrsubstanshalten är spridningen inom dubbelproven i genomsnitt något större, men denna osäkerhet spelar dock en mindre roll, då ett jämförelsevis mycket större plantmaterial kan undersökas, om de relativt tidsödande sockeranalyserna kunna undvaras.

Slutligen kan påpekas, att fig. 10 i enlighet med tab. 10 visar, att sockerhalten är genomgående högre i årsplantor än i årsbarr från äldre plantor. Detta förhållande tyder även på, att sockerhalten näppeligen kan vara den enda faktor, som bestämmer köldhårdigheten, då barren givetvis icke äro mindre hårdiga än årsplantorna. Däremot kan antagas, att sockerhalten spelar en större roll för årsplantornas köldhårdighet, och att dessa med sin mera örtartade beskaffenhet även i högre grad än barren överensstämma med t. ex. veteplantorna beträffande köldhårdighetens betingelser.

#### Rörsockrets variation och variabilitet.

På i stort sett samma sätt som ovan påvisats för glykoshalten tilltager även rörsockret under hösten, och sker denna ökning något hastigare i plantor av nordligare provenienser. Differenserna mellan olika provenienser av tall äro emellertid, i motsats till förhållandet hos gran, hela tiden rätt obetydliga. Rörsockrets variation exemplifieras här i tab. 12 för tre provenienser, tall från Svanstein i Norrbotten, Kinnared i Halland samt Lenti i Ungern; rörsockerhalten framgår även av fig. 8. Bestämningarna av rörsocker ha som synes givit ganska ojämna värden, vilket till en del torde förklaras av att



Tab 12. Differens mellan halten av reducerande substans i årsplantor av tall före och efter invertering (rörsocker som glykos), uttryckt i % av vattenvikten. 1931—1932. Differenz zwischen dem Gehalt von reduzierenden Substanz in einjährigen Kiefern-pflanzen vor und nach der Inversion (Rohrzucker als Glukose), in % des Wasserge-wichts. 1931—1932.

Proveniens	3/8	16/9	10/10	9/11	25—28/11	1—8/12	15/1	1/3
Kihlangi .....	0,1	0,4	0,65	0,75	0,7	0,75	0,6	0,9
Kinnared .....	0,25	0,2	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,6
Sopron (Ungern) ..	0,05	0,25	0,1	0,15	0,1	0,2	0,1	0,5

rörsocker i viss utsträckning kan inverteras redan efter tillsats av den starkt sura lösningen av merkuronitrat, som erfordras för utfällande av vattenlösliga äggviteämnen.

Det framgår vidare av tabellen, att en tydlig differens föreligger emellan de tre provenienserna, i det att den nordligaste genomgående visar högsta rörsockervärden, medan den sydligaste utmärkes av mycket låg halt av rörsocker. Även beträffande rörsockret föreligger sålunda en bestämd variabilitet allt efter tallplantornas härstamning, ehuru den i fråga om tall alls icke är av samma storleksordning som beträffande gran — de nordligare provenienserna av gran utmärkes nämligen av en påfallande stor halt av rörsocker (jfr även LANGLET 1934 b fig. 1).

#### Torrsubstanshaltens beroende av sockerhalten.

Vid studier över torrsubstanshaltens såväl som sockerhaltens variation och variabilitet, är det givetvis av största intresse att erhålla uppfattning om vad det i själva verket är som varierar. Denna fråga, som sammanhänger med problemet om möjligheten av att överhuvud taget kunna erhålla något oföränderligt jämförelsevärde att hänföra gjorda bestämningar till (jfr även nedan sid. 298), har visserligen icke någon avgörande betydelse för den föreliggande undersökningen, då det här närmast gäller att kunna fastställa, dels om skillnader i olika avseenden föreligga, dels huru dessa skillnader ev. stå i samband med klimatförhållandena i de olika proveniensernas hemtrakter.

Frågan om möjligheten att vid undersökningar av detta slag kunna erhålla något fast jämförelsevärde har nyligen berörts av ZELLER (1935 b). Kanhända den enda framkomliga vägen är den av honom föreslagna, att låta proven utgöras av t. ex. 100 lika stora barr eller i andra fall 100 lika stora stycken utstansade ur olika blad, varvid analysresultaten sedan angivas per barr eller kvcm bladyta. Någon möjlighet att tillgripa ett dylikt tillvägagångssätt är emellertid a priori uteslutet då det gäller en jämförelse mellan olika provenienser, vilka sinsemellan skilja sig högst avsevärt även beträffande storleken, icke blott i fråga om plantor utan även i fråga om barr. Så önskvärt det än vore,

att vid studier av exempelvis årsvariationer kunna hänföra de vid olika tider erhållna analysvärdena till ett fast jämförelsevärde, är detta önskemål dock som nyss påpekades av relativt underordnad betydelse vid studier över variabiliteten, då skillnader olika provenienser emellan lika väl kunna jämföras då de uttryckas i relativa tal — den enda olägenheten är, att man t. ex. icke vet, om det är vattenmängden eller om det är sockermängden i plantorna, som varierar, då olika sockerhalt fastställs i barr av plantor av olika proveniens. Det för denna undersökning viktigaste, nämligen att en variabilitet med viss tendens existerar, är emellertid icke mindre säkert fastställt, därför att en jämförelse icke skett mellan analysvärden hänfödda till något fast jämförelsevärde.

Något fast jämförelsevärde att hänföra variationen till har sålunda icke eftersträfvats i föreliggande fall, då vad som här kunnat meddelas rörande variationer egentligen är att betrakta som en biprodukt av studier över variabiliteten, i fråga om vilken behovet av ett fast jämförelsevärde som nämnt icke är av så stor aktualitet. Friskvikten är beroende av tillfällig vattentillgång, avdunstning etc., samt varierar med årstiden; halten av torrsubstans förändras med vattenhalten och påverkas i och med upplagring av kolhydrat etc. under hösten, samt torde då och även vintertid avsevärt påverkas av temperatur och belysningsförhållanden. Resultaten av ett försök att jämföra variationerna i torrsubstans- och sockerhalt genom att angiva båda i förhållande till friskvikten torde dock vara av visst intresse, även om den reservationen måste göras, att mätningen av värdena äger rum med ett ganska elastiskt mått!

Förut har anförts, att STEINER (1935) funnit sockerhalten avgörande för det osmotiska värdets variationer i tallbarr vintertid. Det är därför av intresse att få följande fråga belyst: vilken andel har den under vintern varierande sockerhalten i torrsubstanshaltens variationer under samma tid?

Ett svar på denna fråga synes framkomma av värdena i tab. 13, som meddelar torrsubstanshalten i årsplantor av tall, sedan från torrsubstansen först sockerhalten subtraherats. De ursprungliga värdena å torrsubstanshalten återfinnas i tab. 7. Vi finna vid jämförelse, att större delen av torrsubstansens ökning under hösten beror på den då tilltagande sockermängden, detta i bästa överensstämmelse med vad STEINER funnit. Först i april, eller för de tydligare provenienserna synbarligen något tidigare, finna vi en tendens till en av sockerhalten oberoende stegring av torrsubstanshalten, som troligen motsvarar den ökning av organiska syror m. m. som enligt PITTIUS (1935) inträffar vid lövsprickningstid beträffande *Hedera* och *Ilex* — det kan i detta sammanhang även erinras om den på våren tilltagande surhetsgraden, som av flera forskare kunnat fastställas, ehuru icke å barrträdd

Tab. 13. Torrsubstanshalt i årsplanter av tall, sedan sockerhalten (glykos) från-  
dragits. Värden från vintern 1929—1930.

Trockensubstanzgehalt einjähriger Kiefernpflanzen nach Abzug der Zuckermenge  
(Glukose). Werte aus dem Winter 1929—1930.

Proveniens	20/9	8/II	12/12	25/2	1/4	12/6
Lenti.....	26,0	26,4	26,6	27,4	27,2	36,3
Chorin.....	27,6	26,3	26,7	28,2	29,1	34,3
Gyltige.....	31,1	30,1	30,1	32,5	32,3	34,4
Karlsby.....	30,7	31,0	31,6	31,6	32,4	34,2
Dalarö.....	28,9	29,9	29,5	31,4	32,1	35,3
Älvdalen.....	34,6	33,8	32,1	33,6	36,3	35,9
Vindeln.....	36,7	33,9	33,5	33,4	36,4	35,9
Vindeln.....	34,6	34,1	34,2	36,3	36,5	38,9
Hällnäs.....	33,6	34,7	34,1	33,4	36,5	34,6
Lappträsk.....	36,2	35,1	33,3	36,5	36,6	35,4

(jfr ovan sid. 245). Junivärdena visa för de sydligare provenienserna denna ökning mycket påfallande. Det allmänna avtagandet av torrsubstanshalten står i tydligt samband med den på våren fallande sockerhalten, vilket framgår av tab. 14. Denna tabell upptager sockerhalten vid olika årstider uttryckt i förhållande till torrsubstansmängden. Sambandet mellan den på så sätt angivna sockerhalten och torrsubstanshalten, sedan sockret frändragits densamma, visas för olika årstider av fig. 11.

Sistnämnda tabell låter framgå, att under september de nordligare proveniensernas torrsubstanshalt till en större del utgöres av socker än vad fallet är med de sydligares. Under november och december föreligger i detta avseende ingen egentlig skillnad mellan olika provenienser. Annorlunda är det på våren, då vi finna ett förhållande motsatt det under tidigare hösten: de sydligare proveniensernas torrsubstans utgöres till vida större del av socker,

Tab. 14. Sockerhalten (glykos) i årsplanter av tall vintern 1929—1930 angiven i %  
av torrvikten.

Zuckergehalt (Glukose) einjähriger Kiefernpflanzen in % des Trockengewichts, Winter  
1929—1930.

Proveniens	20/9	8/II	12/12	25/2	1/4	12/6
Lenti.....	6,3	16,8	12,8	23,2	20,1	8,9
Chorin.....	3,8	15,6	14,6	22,3	20,3	10,1
Gyltige.....	4,8	16,4	14,3	17,9	17,1	10,3
Karlsby.....	6,5	15,7	13,9	20,4	17,3	10,1
Dalarö.....	6,5	15,5	16,0	19,7	17,6	10,7
Älvdalen.....	8,4	16,3	14,4	18,4	15,2	10,6
Vindeln.....	7,4	17,4	14,1	17,7	15,5	11,3
Vindeln.....	8,4	17,2	14,1	17,4	15,2	10,2
Hällnäs.....	7,7	16,9	14,3	19,3	15,1	10,8
Lappträsk.....	7,7	16,8	14,7	17,1	15,3	10,4

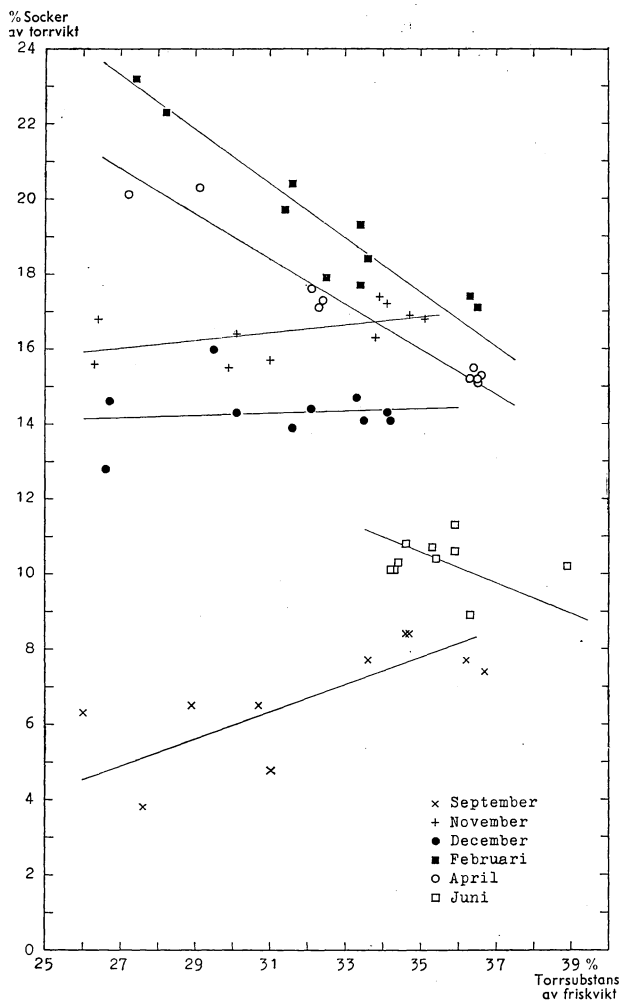


Fig. 11. Sambandet mellan sockerhalt (glykos i % av torrsvikt) och torrsubstanshalt (% av frisksvikt), sedan sockermängden frändragits, i årsplanter av 11 tallproveniensier (jfr tab. 13 och 14) under olika månader.

Die Zusammenhang zwischen Zuckergehalt (Glukose in % des Trockengewichts) und Trockensubstanzgehalt (% des Frischgewichts), nachdem die Zuckermenge subtrahiert ist, einjähriger Pflanzen von 11 Kiefernprovenienzen (vgl. Tab. 13 und 14) während verschiedener Monate.

än vad förhållandet är beträffande de nordligare. I juni äro differenserna i det närmaste utplånade.

Det har framgått av tab. 10, att under höst och vinter de från nordligare och kallare trakter härstammande provenienserna utmärkas av en i förhållande till vattenvikten jämförelsevis hög sockerhalt. Under våren utjämnas

Tab. 15. Torrsubstanshalt i årsbarr av tall, sedan sockermängden (glykos) frändragits. Värden från vintern 1929—1930.

Trockensubstanzgehalt einjähriger Kiefernadeln nach Abzug der Zuckermenge (Glukose). Werte aus dem Winter 1929—1930.

Proveniens	20/9	8/II	12/12	25/2	1/4	12/6
Lenti.....	25,6	29,8	28,5	30,2	30,3	39,3
Chorin.....	27,5	31,8	30,4	31,0	31,9	36,9
Gyltige.....	27,6	33,5	31,4	32,2	32,8	35,9
Karlsby.....	26,9	33,9	31,8	31,5	33,6	35,6
Dalarö.....	29,0	32,7	31,4	32,4	33,2	37,7
Älvdalen.....	30,2	34,6	33,0	33,4	35,9	37,3
Vindeln.....	29,9	34,9	33,7	33,3	35,3	34,8
Vindeln.....	30,0	35,3	34,0	33,9	35,6	34,4
Hällnäs.....	30,3	34,7	33,8	33,9	35,5	35,4
Lappträsk.....	31,9	35,0	34,7	34,6	36,9	35,7
Ränträsk.....	33,9	36,2	36,0	35,2	37,4	39,5

denna skillnad, och som av ovanstående framgår av den anledningen, att beträffande de sydligare provenienserna torrsubstansen då utgöres av socker i större utsträckning än vad som är fallet beträffande de nordligare.

En på samma sätt genomförd studie över torrsubstans och socker i årsbarr, tab. 15, ger vid handen en påtaglig skillnad i jämförelse med årsplantorna. Den från september till november tilltagande torrsubstanshalten beror endast till mindre del på samtidig ökning av sockerhalten. Under själva vintern däremot synas variationerna i torrsubstans däremot även beträffande barren huvudsakligen kunna hänföras till variationer i sockermängden. Liksom i årsplantorna finner man i barren på våren en av sockerhalten oberoende ökning av

Tab. 16. Sockerhalten (glykos) i årsbarr av tall vintern 1929—1930 angiven i % av torrvikten.

Zuckergehalt (Glukose) einjähriger Kiefernadeln in % des Trockengewichts, Winter 1929—1930

Proveniens	20/9	8/II	12/12	25/2	1/4	12/6
Lenti.....	5,9	12,9	11,7	18,7	18,1	9,0
Chorin.....	8,3	12,7	10,8	17,8	16,9	9,9
Gyltige.....	7,7	11,2	10,5	16,2	16,6	9,8
Karlsby.....	7,2	11,7	11,2	18,8	16,4	9,4
Dalarö.....	8,5	10,2	12,3	17,8	16,2	10,3
Älvdalen.....	9,1	10,6	12,0	16,5	15,1	9,8
Vindeln.....	9,3	10,1	12,2	17,2	15,6	9,3
Vindeln.....	8,8	7,6	11,6	16,1	15,1	9,8
Hällnäs.....	8,7	7,5	11,0	16,4	14,9	9,9
Lappträsk.....	9,6	12,7	12,4	16,5	14,0	9,2
Ränträsk.....	9,4	13,4	11,5	15,2	13,6	9,6

torrsubstanshalten, en ökning som även här tidigast förmärkes hos de sydligare provenienserna. I juni har denna ökning blivit jämförelsevis kraftig för de sydligare provenienserna, medan den för de nordliga gör sig mindre gällande.

Det framgår av tab. 16, att sockrets andel i den totala torrsubstanshalten varierar på samma sätt i barren som i årsplantorna. Under september utgöres sålunda de nordliga proveniensernas torrsubstanshalt av socker i förhållandevis stor utsträckning; under november och december förhålla sig i detta hänseende alla provenienser lika, medan på våren de sydligare proveniensernas torrsubstans till förhållandevis större del utgöres av socker; i juni äro skillnaderna utplånade olika provenienser emellan.

Ett förhållande förtjänar i föreliggande fall särskilt beaktande, nämligen att torrsubstanshalten även sedan sockret frångagits, redan i september liksom senare under hela vintern och våren visar en mycket tydlig variabilitet allt efter de undersökta plantornas proveniens, vilket framgår av tab. 13 resp. 15. Både i fråga om undersökta plantor och barr äro differenserna störst under hösten för att sedan avtaga.

De utförda undersökningarna över sockerhaltens variation och variabilitet ha i stora drag visat överensstämmelse med torrsubstanshalten, då

sockerhalten tilltager under hösten och vintern för att åter sjunka på våren, samt då

sockerhalten under hösten är jämförelsevis hög i tallplantor av nordlig härstamning.

Av en undersökning av sockerhaltens andel av den totala torrsubstanshalten, och dess förändringar i förhållande till variationerna av övrig torrsubstans har framgått, att även beträffande dessa förhållanden en tydlig variabilitet föreligger.

Som viktigaste resultat kan anses konstaterandet av ett starkt samband mellan socker- och torrsubstanshalt i årsplantor och barr av äldre plantor av tall, i det att torrsubstanshaltens variationer under vintern till övervägande del torde bero av växlingar i sockerhalten. Halten av torrsubstans kommer därför att i viss mån även uttrycka sockerhalten.

### Övriga analyserade beståndsdelar.

Som komplement till bestämningarna av torrsubstans och sockerhalt ha även en del andra bestämningar utförts å ett antal utvalda provenienser. Materialet utgjordes av årsbarr från 5-åriga tallplantor vid Experimentalfältet, vilka utskolats parcellvis inom en större plantskola. Då de därigenom kommit att stå på större avstånd från varandra, äro de icke lika jämförbara, som de radvis kultiverade provenienserna. Finnes någon bestämd variabili-

tet med avseende på de undersökta ämnena bör denna i alla fall tydligt visa sig, då provenienserna representera sinsemellan vitt skilda hemtrakter.

**Metodik.** I detta fall ha barren först torkats på vanligt sätt vid 65°, varefter barren finmalts. Å de malda proven har först torrvikten vid 105° bestämts, samt sedan ytterligare: reducerande socker före och efter invertering, totalkväve, askhalt, extraherbara ämnen och »växttråd».

Tillvägagångsättet vid sockeranalyserna har ovan meddelats. Totalkväve har bestämts enligt en modifierad KJELDAHL-metod, varefter de erhållna kvävemängderna multiplicerats med 6,25 för att ungefärligen uttrycka de motsvarande kvantiteterna äggvita — ehuru det är synnerligen ovisst till hur stor del kvävet härrör från äggviteämnena (jfr SCHAFFNIT & LÜDTKE 1932). »Fett»-halten är bestämd genom successiv extraktion med petroleter (jfr LAMPRECHT 1925) och kloroform, vardera under 4 timmar; icke heller i detta fall ha de erhållna produkterna vidare undersökts. »Växttråd» har slutligen bestämts enligt WEENDE-metoden. Jag skall här icke närmare ingå på analysernas gång och deras lämplighet för tillämpning å det föreliggande materialet, men vill dock påpeka, att särskilt »växttråd» synes vara ett mycket tänjbart begrepp, då en del cellulosa med säkerhet löses vid provens förbehandling. Vid prov å renad bomull uppstod sålunda en förlust på omkring 10 %.

Resultaten av bestämningarna återfinnas i tab. 17.

**Glykos och rörsocker.** Beträffande sockerhalten finna vi icke några större differenser. Omräknas värdena till procent av vattenhalten erhålles dock högre värden för de nordligare. Undantag utgöres dock av de nordnorska provenienserna, nr 450 och 453, som visa en något lägre sockerhalt än som varit att vänta, en tendens, som även visat sig vid andra bestämningar. Halten av socker undergår icke någon större förändring efter invertering, men visar däremot en märkbar stegring från den 30 nov. till den 16 och 17 dec.

**Extraherbara ämnen.** En liknande stegring märkes beträffande de av petroleter resp. kloroform extraherbara ämnena. Petroleterextraktet, som ofta utan vidare benämnes »fett», visar även en synnerligen framträdande variabilitet de olika provenienserna emellan, vilket bättre än av tabellen åskådliggöres av fig. 12. De nordnorska utmärkas av en kvantitet av med petroleter extraherbara ämnen, som är påfallande hög i jämförelse med övriga undersökta provenienser, d. v. s. motsatsen mot vad fallet är med sockerhalten. Det är möjligt att vi häruti kunna se en bekräftelse på antagandet, att »fett»-halten skulle vara av betydelse för köldhårdigheten, och att denna senare sålunda i plantor av olika proveniens skulle kunna uppnås på skilda sätt. Även i fråga om kloroformextraktet synes en viss differens föreligga mellan olika provenienser, i det att de nordligare i detta fall innehålla en något mindre halt, räknat i förhållande till torrvikten.

Samma tendens har framkommit vid andra bestämningar av extraherbara ämnen; vid en undersökning av barr från en plantskola å Tönnersjöhedens

Tab. 17. Torrsubstanshalt och torrsubstansens sammansättning i årsbarr av tall av olika proveniens. Torrsubstanshalten angiven i % av friskvikt, övriga värden i % av torrvikten.

Trockensubstanzgehalt und die Zusammensetzung der Trockensubstanz in einjährigen Kiefernadeln verschiedener Provenienz. Trockensubstanzgehalt in % des Frischgewichts, die übrigen Werte in % des Trockengewichts.

Datum 1935	Proveniens Jfr tab. 21 och 32 Vgl. Tab. 21 und 32	Torr- sub- stans vid 105° Trock- ensub- stanz bei 105°	Reducerande substans Reduzierende Substanz		Extraherbart med Extrahierbar mit		Total- kväve × 6,25 Total-N × 6,25	Växt- tråd Pflan- zen- fasern	Aska Asche	Rest (bort- löst av 1 % H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> och KOH) Rest (von 1% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> und KOH gelöst)
			före inv. vor der Inver- sion	ökning efter inv. Zu- nahme nach der Inver- sion	petrol- eter Petrol- äther	kloro- form Chloro- form				
30/11	Alta . . . . .	42,8	9,3	0,7	11,4	2,5	11,5	27,3	3,3	34,0
»	Sollefteå . . .	41,6	10,5	0,6	7,4	2,5	11,5	29,2	2,2	36,1
»	Älvdalen . . .	39,9	10,5	0,7	7,1	2,5	—	—	—	—
»	Särö Väster- skog . . . . .	38,6	9,4	0,5	6,6	2,9	9,9	30,1	2,8	37,8
»	Slawentzitz. (Oberschle- sien)	38,7	9,0	0,7	6,3	2,8	10,4	31,5	2,7	36,6
»	Recoules-de- Fumes . . . (Auvergne)	37,3	6,4	1,9	5,4	2,7	10,8	30,0	2,8	40,0
16/12	Alta . . . . .	40,7	8,6	1,2	11,6	3,2	12,3	27,7	2,5	32,9
17/12	Skjomen . . .	41,4	8,4	1,5	10,4	3,3	11,6	27,5	2,7	34,6
16/12	Pite . . . . .	39,4	9,5	0,8	8,4	3,1	12,0	28,2	2,5	35,5
»	Vindeln . . . .	39,1	10,1	1,1	8,2	2,9	12,1	28,5	2,3	34,8
»	Sollefteå . . .	39,4	10,1	1,1	7,5	3,0	11,8	29,4	2,2	34,9
17/12	Sibirien . . . .	37,5	9,9	1,6	7,3	3,7	10,7	31,4	2,3	33,1
»	Mosterhamn .	35,6	9,6	1,3	7,5	3,3	11,0	28,6	2,4	36,3
»	Gyltige . . . .	35,1	9,3	1,3	7,5	3,5	11,1	30,7	2,4	34,2
16/12	Slawentzitz .	34,9	8,2	1,3	6,5	3,4	10,9	31,2	2,5	36,0

försökspark erhöles de i tab. 18 redovisade mängderna ämnen extraherade med petroleter, eter resp. kloroform. Liksom dessa värden ha även värdena i tab. 19 erhållits efter endast en à två timmars extraktion med vardera lösningsmedlet. Trots detta har jag ansett mig böra framlägga de så erhållna värdena, då de dock visa en tydlig variabilitet. Genom att undersökningen omfattat prov, som samtidigt insamlats å försöksparkerna Kulbäcksliden och Tönnersjöheden, kunna värden erhållna av prov från båda platserna sinsemellan bestyrka varandra, vilket de även göra. I tab. 19 äro provenienserna ordnade efter fallande torrsubstanshalt enligt tab. 8. Tabellen visar tydligt en allmän tendens: högre halt av extraherbara ämnen vid högre torrsubstanshalt. Huruvida befintliga avvikelser från denna tendens ha en verklig innebörd eller endast bero på bestämningsmetodens ofullkomligheter må här lämnas därhän.



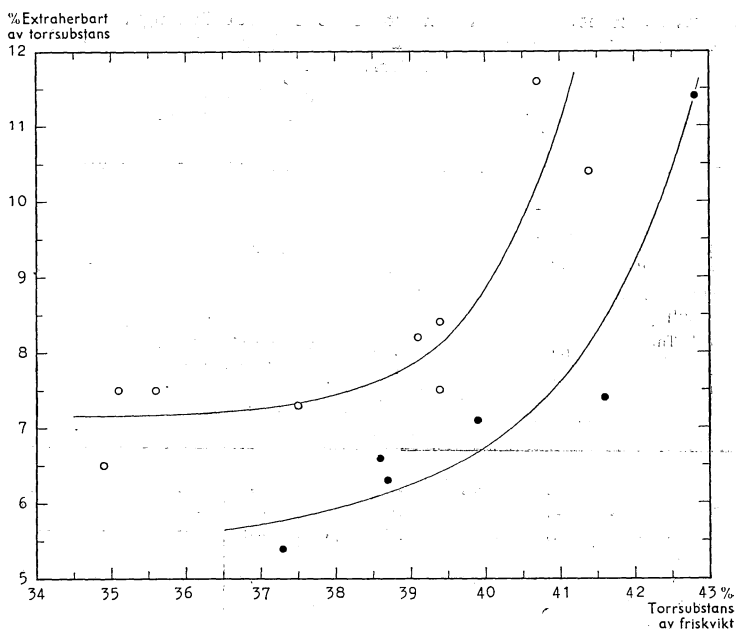


Fig. 12. Sambandet mellan med petroleter extraherbara ämnen i årsbarr av tall (% av torrsvikt) samt torrsubstanshalt (% av friskvikt) inom olika provenienser (jfr tab. 17). o = prov inlagda den 30 november, • = prov inlagda den 16—17 december 1935.

Die Zusammenhang zwischen den mit Petroläther extrahierbaren Stoffen in einjährigen Kiefernadeln (% des Trockengewichts) und dem Trockensubstanzgehalt (% des Frischgewichts) bei verschiedenen Provenienzen (vgl. Tab. 17). o = Proben, eingelegt am 30. November, • = Proben, eingelegt am 16.—17. Dezember 1935.

Tab. 18. Extraherbar substans i årsbarr av tall. Proven insamlade å Tönnersjöheden 3 nov. 1934.

Extrahierbare Substanz in einjährigen Kiefernadeln. Proben aus Tönnersjöheden, 3.11, 1934.

Proveniens	N. bredd	Substans extraherbar med Substans extrahierbar mit		
		petroleter Petroläther % av torrsvikt % des Trocken- gewichts	petroleter, eter och kloro- form successivt Petroläther, Äther und Chloro- form nacheinander	
			% av torrsvikt % des Trocken- gewichts	% av friskvikt % des Frisch- gewichts
Mälselv.....	69°	9,0	17,2	6,7
Selets revir.....	65°45'	7,7	13,4	4,6
Svanöy.....	61°33'	5,2	—	—
Mosterhamn.....	59°43'	5,5	—	—
Valestrand.....	59°42'	5,5	—	—
Haddo (Skottland).....	57°23'	3,8	8,0	2,5

Tab. 19. Extraherbar substans i årsbarr av tall. Proven från Tönnersjöheden den 3 november samt från Kulbäcksliden den 30 oktober 1934.

Extrahierbare Substanz in einjährigen Kiefernadeln. Proben aus Tönnersjöheden 3 november, sowie aus Kulbäcksliden 30 oktober 1934.

Proveniensen	Nordl. bredd	Petroleter-extrakt		Eterextrakt		Kloroform-extrakt		Summa extraherat			
		% torrsvikt		% torrsvikt		% torrsvikt		Zusammen extrahiert			
		Petroläther-extrakt % des Trocken-gewichts		Ätherextrakt %des Trocken-gewichts		Chloroform-extrakt %des Trocken-gewichts		% des Trocken-gewichts		% des frisksvikt	
		Tön-nersjö-heden	Kul-bäcks-liden	Tön-nersjö-heden	Kul-bäcks-liden	Tön-nersjö-heden	Kul-bäcks-liden	Tön-nersjö-heden	Kul-bäcks-liden	Tön-nersjö-heden	Kul-bäcks-liden
Målselv .....	69°	7,0	10,1	3,5	2,0	1,6	1,8	12,1	13,9	5,0	5,7
Överkalix .....	66°20'	8,0	8,1	2,4	2,3	1,9	1,9	12,3	12,3	4,8	4,7
Vindeln .....	64°11'	7,5	7,9	2,0	1,9	2,2	1,6	11,7	11,4	4,6	4,3
Svanöy .....	61°33'	3,7 <sup>1</sup>	6,1	2,5	2,1	2,4	2,0	8,6 <sup>1</sup>	10,2	3,2 <sup>1</sup>	3,7
Gyltige .....	56°46'	6,8	6,6	2,3	2,7	2,2	2,8	11,3	12,1	4,1	4,4
Värnanäs .....	56°30'	5,5	3,9	2,4	2,5	2,0	2,5	9,9	9,0	3,5	3,2

<sup>1</sup> Värde till petroleterextraktet för lågt, jfr tab. 18, varför även summorna blivitt för låga.

Der Wert für Petrolätherextrakt zu niedrig, vgl. Tab. 18, daher auch die Summen zu niedrig.

Någon undersökning av beskaffenheten av de extraherade ämnena har icke företagits, ehuru anledning finnes att antaga, att därvid ytterligare differenser mellan olika provenienser skulle kunna fastställas; vaxöverdrag på barr av nordliga provenienser har sålunda visat en annan, mera klabbig konsistens, än fallet är med barr av sydligare provenienser (jfr även JACCARD & FREY-WYSSLING 1935). Vid undersökning av olja ur linfrö fann IWANOW (1929) huru jodtalet var högre, då fröet fått mogna vid lägre temperatur — liknande differenser, ehuru ärftliga, kunde ju möjligen finnas mellan olika provenienser av tall. Icke heller har undersökts om eller i vilken grad extrakten innehålla terpenar, harts- och vaxartade ämnen eller ev. fett och oljor. Ovan har nämnts, att MEYER (1918) förnekade de i vintergröna blad förekommande »fett»-dropparnas fettnatur; de flesta barrträdsarter angivas i cellvakuolerna innehålla rikligt av ett av osmiumsyra svärtat ämne, som av DOYLE & CLINCH (1927) uppgives icke vara fett eller olja; dessa senare ämnen kunde av nämnda författare icke med säkerhet alls påvisas. Det av DOYLE & CLINCH undersökta ämnet visade ej någon årstidsvariation och var olösligt i bl. a. bensin, eter och kloroform. Det kan därför under alla omständigheter icke vara detta ämne, som i föreliggande fall extraherats; sannolikt utgöres extraktet till avsevärd del av harts- och vaxämnen (jfr JACCARD & FREY-WYSSLING 1935).

Totalkväve visar en stegring från den tidigare till den senare provtagningen (jfr SATTLER 1929), liksom även en rätt tydlig tendens att öka med ökad torrsubstanshalt.

**Askhalten** visar knappast någon märkbar variation eller variabilitet; kanske kan en viss tendens spåras till mindre askhalt i de nordligare provenienserna. En sådan tendens skulle överensstämja med vad SCHREIBER (1924) angivit för gran; han fann nämligen, att askhalten i finsk gran samt gran från höjdlägen är lägre än i gran från sydligare, lågt belägna trakter.

»**Växtråd**», som skall utgöras av cellulosa och lignin, visar en otvetydig tendens till variabilitet, i det att de nordligare provenienserna innehålla en mindre halt av dessa ämnen i förhållande till totala torrsubstanshalten. Denna differens är dock icke tillräcklig för att kompensera den större halten av de ämnen, som öka med stigande torrsubstanshalt, varför den i sista kolumnen av tab. 17 meddelade oredovisade resten visar en en rätt tydlig tendens till ökning för sydligare provenienser. Denna rest utgöres av ämnen, som utlösts vid successiv kokning med 1 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$  och 1 % KOH.

En liknande variabilitet, som vi tidigare funnit utmärka olika provenienser i fråga om torrsubstanshalt och sockerhalt, återkommer sålunda även beträffande halten av i petroleter extraherbara ämnen och kvävehaltiga ämnen, varjämte tydliga tendenser framkommit till ett negativt samband mellan å ena sidan torrsubstanshalten, å andra sidan »växtråd» resp. med svag syra och lut utlösbara, icke närmare undersökta ämnen.

### Katalashalt.

Katalashalten i barren tilltager under vintern, som tidigare nämnt (sid. 244), varjämte även en större katalashalt i vissa fall befunnits vara utmärkande för hårdigare sorter av sädesslag.

Omfattande undersökningar av katalashalten i frö av tall och gran ha under senare år utförts av SCHMIDT. Katalashalten har med fördel visat sig kunna begagnas som ett mått å fröets vitalitet, i det att frö med större groningsförmåga innehåller större katalashalt, särskilt efter groningens begynnande (jfr SCHMIDT 1926, samt även DENNY, MILLER & GUTHRIE 1930, BALDWIN 1935). I viss utsträckning synes proportionalitet råda mellan det torra fröets katalashalt och grobarheten av tall- och granfrö (SCHMIDT 1930 a).

Av intresse i detta sammanhang är iakttagelsen, att en jämförelsevis hög katalashalt anträffats i frö, som fått mogna endera i nordliga trakter eller i höjdlägen (IWANOW & LISCHKEWITSCH 1928, LISCHKEWITSCH & PRIZEMINA 1929). Iakttagelsen gäller i dessa fall frö av vissa sorter av korn och vete av vilka jämförande kulturer anlagts å olika platser inom Ryssland. Nämda författare förklarade den högre katalashalten i det på kallare orter mognade fröet därmed, att detta i själva verket icke skulle ha uppnått full mognad. LISCHKEWITSCH & PRIZEMINA funno samtidigt halten av diastas och proteas

Tab. 20. Relativ katalashalt i årsplantor av tall hösten 1933.  
Relativer Katalasengehalt in einjährigen Kiefernadeln. Herbst 1933.

Da- tum	Proveniens	N. bredd	Torrsu- bstanshalt Trockensub- stanzgehalt	Katalashalt i förhål- lande till Katalasengehalt im Verhältnis zur	
				friskvikt Frisch- gewicht	torrvikt Trocken- gewicht
13/10	Tärendö.....	67°10'	36,8	0,088	0,23
»	Svanöy.....	61°33'	31,7	0,046	0,15
»	Värnanäs.....	56°30'	30,1	0,052	0,17
»	Florö.....	61°36'	29,4	0,037	0,13
»	Haute-Loire (Central-Frankrike)....	45°	29,0	0,035	0,12
»	S-ta Katarzyna (SV Polen).....	51°	27,8	0,045	0,16
»	Leon.....	42—43°	25,6	0,014	0,06
14/10	Lappträsk.....	66°	36,2	0,085	0,24
»	Älvdalen.....	61°25'	32,7	0,069	0,21
»	Järva.....	59°24'	31,0	0,053	0,17
»	Värnanäs.....	56°30'	29,5	0,057	0,19
»	Krasnovitch Unetch (V Ryssland) ..	52°45'	26,7	0,027	0,10
27/11	Målselv.....	69°	41,6	0,086	0,21
»	Korpilombolo.....	66°50'	38,1	0,076	0,20
»	Svanöy.....	61°33'	34,1	0,048	0,14
»	Achnaschellach..... (V Skottland)	57°30'	30,3	0,040	0,13
»	Poltava..... (Ukraina)	49°30'	28,5	0,040	0,14

proportionell mot katalashalten. Även för barrträdsfrö kunde SCHMIDT (1930 b) konstatera en motsvarande förändring av katalashalten allt efter fröets hemort. Dock fann han i omoget tallfrö en mindre halt av katalas än i fullmoget, och detta såväl före som efter groning (SCHMIDT 1930 a).

Då ju katalashalten visar ett tydligt tilltagande vintertid, samt då en högre katalashalt under höst och vinter utmärker hårdigare sorter av vete (jfr. ovan sid. 244), var det givetvis av största intresse att undersöka katalashalten även i tallplantor, särskilt vintertid, då tallplantor av olika proveniens i så många andra avseenden skilja sig från varandra.

Metodik. Till skillnad från de av SCHMIDT m. fl. utförda katalasbestämningarna, där det ur en viss mängd vätesuperoxid genom katalasens inverkan frigjorda syrets volym uppmättes, har jag använt en av MYRBÄCK & MYRBÄCK (1931) angiven metod, som dels fordrar mindre apparatur och är enklare, delä även torde giva noggrannare värden. Metoden innebär i korthet, att en fosfatlösning innehållande det fint sönderdelade provet nedkyles till 0° och sättes till en vätesuperoxidlösning av samma temperatur, varefter omedelbart samt efter förloppet av 5, 10 och 15 minuter uttagas prov, vilka titreras med permanganatlösning. Som mått på den hastighet varmed vätesuperoxiden sönderdelas beräknas den s. k. monomolekylära reaktionskoefficienten, vilken är oberoende av vätesuperoxidens koncentra-

tion, men direkt proportionell mot den i det tillsatta provet befintliga katalasmängden.

Materialet till bestämningarna har utgjorts av friska plantor, vilka söndermalts efter tillsats av neutralt fosfat, då katalasen är mycket känslig för förändringar av surhetsgraden från den optimala vid  $pH = 7,3$ .

De utförda bestämningarna tillåta icke dragande av några säkra slutsatser rörande katalashaltens variation, då försöken endast utförts under hösten, samt dessutom endast omfatta ett fåtal sorter. Det förefaller dock finnas en

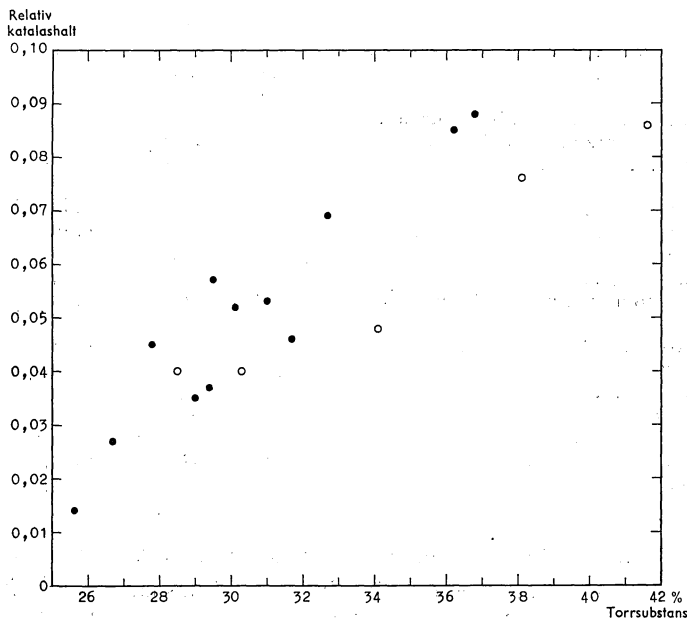


Fig. 13. Sambandet mellan katalashalt (relativa värden) i förhållande till friskvikt och torrsubstanshalt (% av friskvikt) i årsplantor av olika tallprovenienser (jfr tab. 20). ● = prov inlagda 13—14 oktober, ○ = prov inlagda 27 november 1933.

Die Zusammenhang zwischen Katalasengehalt (relative Werte) in Beziehung zum Frischgewicht und Trockensubstanzgehalt (% des Frischgewichts) einjähriger Kiefernpflanzen verschiedener Provenienz (vgl. Tab. 20). ● = Proben, eingelegt am 13.—14. oktober, ○ = Proben, eingelegt am 27. November 1933.

viss tendens till stegring från oktober till november. I tabell 20 angives katalashalten (= monomolekylära reaktionskoefficienten) per gr friskvikt resp. torrsvikt. Fig. 13 visar den påfallande goda samvariationen mellan katalas och torrsubstanshalt.

De utförda bestämningarna, som — ehuru fåtaliga — omfatta plantor härstammande från en vidsträckt del av tallens utbredningsområde, visa en mycket god samvariation mellan torrsubstans- och katalashalt. En variabilitet

beträffande olika proveniensers katalashalt är således för tallplantor fullt säkerställd, i det att under höst och vinter plantor av nordlig proveniens innehålla flera gånger så mycket katalas som plantor av sydlig härkomst. Av samtliga hittills undersökta ämnen visar katalasen de förhållandevis största kvantitativa differenserna mellan tallplantor av nordlig och sydlig proveniens.

## Vinterfärgning och klorofyllhalt.

### Röd vinterfärgning.

Vinterfärgningen har redan något berörts i föregående kapitel. Det gives vinterfärgning av åtminstone tvenne olika slag, den ena orsakad av förekomst av rött färgämne i cellerna, den andra, vilken visar sig som en mer eller mindre långt gående gulfärgning, av hittills icke utredd art. Den röda färgningens uppträdande synes stå i visst samband med assimilationens avtagande och sockrets tilltagande etc. under hösten (jfr sid. 248). Denna typ av vinterfärgning uppträder normalt å primärbarr och även den första årgången barrpar, samt är mera intensiv, ju kallare plantornas hemort är. Plantor av sydfransk proveniens utmärkas, som SCHOTT (1904) framhållit, genom frånvaro av all vinterfärgning, en egenskap som även karakteriserar plantor av nordspansk härstamning. Dessa provenienser, tillhörande var. *aquitania* SCHOTT (1907), förbliva därför under hela vintern gröna med en markerad dragning mot blågrönt; de utmärka sig för övrigt även sommartid genom en på samma sätt från alla övriga provenienser avvikande barrfärg. — I förbigående kan här nämnas, att en å Frösön kvarlevande, nu över 30-årig tall, härstammande från Pyrenéerna, tydligt visar sitt sydfranska ursprung genom sin karakteristiska blågröna barrfärg.

Med nu nämnda undantag äro samtliga här kultiverade provenienser, från Sydrysland, Ungern och Norditalien upp till nordligaste Skandinavien, mer eller mindre gröna till gulgröna — om man bortser från rödfärgningen. Befintliga skillnader i fråga om färgnyanser äro av underordnad vikt i jämförelse med den för alla gemensamma olikheten med provenienser tillhörande var. *aquitania*. En viss dragning mot blågrön färgton synes utmärka tallplantor härstammande från Skottland, och i någon mån även sådana från Norges västkust; en rätt påfallande ljus gulgrön färgton kännetecknade första året ett tiotal polska provenienser.

Årsplantornas vinterfärgning är synnerligen frappant. Med ovan nämnda undantag antaga samtliga provenienser en mer eller mindre violettrod till mahognybrun färgton. De sydligaste provenienserna färgas därvid svagt och endast i barrspetsarna, eller också, om plantorna stå mycket tätt, nästan icke alls. Ju nordligare härstamning, ju intensivare blir i regel vinterfärgningen och ju längre ned mot barrbasen sträcker den sig. Den mest påfallande färg-

förändringen har iakttagits å högnordiska provenienser samt hos de sibiriska plantor, som härstamma från höjdlägen öster om Bajkalsjön och vilkas anmärkningsvärt höga sockerhalt tidigare påtalats (jfr sid. 281). Samma tallplantor, som så småningom erhålla den intensivaste vinterfärgen, äro även de första att ändra barrfärg efter de tidigaste höstfrosterne.

SCHOTT (1904) anmärker, att de finska provenienserne på hösten antaga en smutsigt brunsvart grön färg, väl samma färgton som SCHIMPER (1885) kallade läderbrun, och som jag här ovan och tidigare (LANGLET 1934 a) betecknat som mahognybrun. Samma färg kan man även finna å den första årgången barrpar, dock egentligen endast å småvuxna plantor av nordlig proveniens. Möjligen uppstår denna färg genom samtidig anrikning av rhodoxantin och uppträdande av de gula vinterfärgning, som är typisk för äldre plantors barr.

Båda slagen av vinterfärgning ha gemensamt, att de uppträda med olika intensitet under olika år, vilket ju är lätt förklarligt, enär de för sitt framträdande äro beroende av de yttre faktorerna i mer eller mindre hög grad. Särskilt torde förutom ljuset även temperaturvariationer vara av betydelse för vinterfärgningens intensitet; så ser man ofta, huru intensivare vinterfärgning utmärker tall på mossar eller andra lågt liggande platser.

### Gul vinterfärgning.

De tvååriga och äldre plantornas typiska vinterfärgning består som sagt av en mer eller mindre långt gående gulfärgning. Denna typ av vinterfärgning, som även den är mest framträdande å plantor av högnordisk härstamning (CIESLAR 1899, ENGLER 1908), har utförligt beskrivits av ENGLER (1913). ENGLER indelade de av honom undersökta provenienserne i tre grupper: 1) Ural och Skandinavien, som förändra färg icke endast starkast, utan även tidigast på hösten — de alpina provenienserne närma sig till denna grupp; 2) icke alpina provenienser från Tyskland och Schweiz, vilka blott i mindre utsträckning ändra färg, samt 3) Frankrike (här liktydigt med Auvergne), Skottland och Belgien, vilka alls icke, eller endast i helt obetydlig grad antaga särskild vinterfärg. Även beträffande den gula vinterfärgningen föreligger således en gradskillnad olika provenienser emellan, ett allmänt tilltagande ju nordligare eller kallare eller kontinentalare (SCHMIDT 1930 a) fröets ursprungsort är belägen; här som i fråga om årsplantornas röda vinterfärg utgör var. *aquitania* ett påfallande undantag.

Det är ännu icke klarlagt, vilka förändringar i cellerna, som närmast förorsaka den gula vinterfärgningen. Detta problem har behandlats bl. a. av VON MOHL (1837), som hänförde företeelsen till en förändring av klorofyllet, samt senare även av SCHIMPER (1885), som icke kunde giva annan förklaring än tidigare författare, nämligen att i barren befintligt klorofyll skulle fördärvas av ljus, medan det sam-

tidigt icke kunde nybildas på grund av för låg temperatur. Vinterfärgningen skulle sålunda vara förbunden med klorofyllets minskning eller försvinnande. SCHIMPER omnämner gulfärgning av spetsarna å tallbarr. Vid undersökning fann han i alla hela celler väl avgränsade klorofyllkorn, som emellertid i gulfärgade växtdelar äro till synes homogena och gulaktigt färgade. I läderbruna blad voro klorofyllkornen likaledes gula, men innehöllo dessutom korn eller droppar av rubinröd substans, som i döda celler färgade hela plasman. Denna röda substans och klorofyllet syntes stå i omvänt förhållande till varandra; den röda substansen försvann på våren samtidigt med att klorofyll återbildades.

WILLSTÄTTER & STOLL (1918) ha i sina omfattande klorofyllundersökningar inbegripit även höstfärgning av blad. De framhålla förekomsten av vattenlösliga gula och brunaktiga ämnen, som åt bladen kunna förläna en olivgrön färg, men som icke synas förhindra assimilationsprocessen.

EWART (1896) studerade bl. a. vintergula grenar av *Thuja* och kunde så fastställa, att icke någon assimilation ägde rum innan klorofyll börjat regenereras i synbar mängd. Nedsättning av assimilationen kunde dock förekomma även då någon iakttagbar förändring av klorofyll eller protoplasma icke inträffat.

ENGLER (1913) fann vinterfärgningen intensivast å tallbarrens spetsar, samt på barrens övre, mot ljuset vända sida. På undersidan, samt på barr i beskuggat läge kunde färgförändringen helt eller delvis utebliva, i fullständig analogi med vad fallet är i fråga om förutsättningarna för den röda vinterfärgningens uppträdande (jfr t. ex. LIPPMAN 1925). Togos vinterfärgade plantor in i varmt rum återkom sommarfärgen, hastigast å de i minsta utsträckning vinterfärgade sydligare provenienserna, långsammast å plantor härstammande från Jokkmokk eller Ural. ENGLER satte vinterfärgningen i förbindelse med vattenförlust genom avdunstning vid försvårad vattentillförsel.

Färgförändringar vid cellernas inträde i vintertillståndet ha senare studerats av bland andra LEWIS & TUTTLE (1920, 1923), som å *Picea canadensis* funno klorofyllkornen upplösta under vintern, då klorofyllet samlats kring cellkärnan och samtidigt ändrat sin färg till ljus gulgrön (1920); senare omnämnes »the browning of the chlorophyll» (1923). — RIASANZEW (1930) undersökte bl. a. tall och gran växande vid Perm, och fann då plastider, kärna och en del plasma vandra mot cellernas innersta del för att där lagras utefter cellväggen; någon märkbar desorganisering av kloroplasterna kunde däremot icke iakttagas. Cellinnehållets sommartillstånd kunde RIASANZEW liksom ENGLER lätt frambringa genom att taga in grenar i varmt rum. — STÅLFELT (1927) hänför vinterfärgningen till dels omlagring av kloroplasterna, dels uppkomsten av okända färgämnen. — ZACHAROWA (1929) fann kloroplasterna i tall- och granbarr sönderfalla i de ytligt liggande cellerna, medan en omlagring ägde rum i djupare liggande celler, varvid klorofyllkornen baka ihop sig kring cellkärnan. Hos tallen iakttoogs en »weitgehend» förstöring av kloroplasterna.

### Klorofyllhaltens årliga variation.

Vinterfärgningens natur är sålunda ännu långt ifrån klarlagd. Detsamma gäller emellertid även klorofyllhaltens årliga variationer. STÅLFELT (1927) undersökte klorofyllhalten i olika årgångar av gran- och tallbarr, samt jämförde variationerna under vintern med växlingar i temperatur och molnighet etc. Hans resultat, som senare bekräftats av ZACHAROWA (1929), visade kloro-



fyllminima i september och i april, klorofyllmaxima i januari och juni. Klorofyllhaltens tilltagande under hösten, som innebär en förskjutning från sol- till skuggbarrtyp, är säkerligen att betrakta som en anpassning till den mörkare årstiden. Denna anpassning synes enligt STÅLFELT gå längre under en varm än under en kall vinter. — ZELLER (1935 b) påpekar emellertid, att den nämnda variationen under vintern, som avser klorofyllhalten i relation till barrrens friskvikt, till övervägande del torde betingas av den under höst och vinter avtagande vattenhalten. Avtager barrrens vattenhalt, under det klorofyllmängden förblir oförändrad, ökas naturligtvis klorofyllmängden i förhållande till friskvikten; beräknas i stället kvantiteten klorofyll i förhållande till torrvikten kan det inträffa, att torrvikten tilltagit genom upplagring av socker, extraherbara ämnen, reservcellulosa etc., varför en imaginär klorofyllminskning kan erhållas vid även i detta fall konstant klorofyllkvantitet. Den klorofyllökning under den varma vintern 1924—25, som fastställts av STÅLFELT torde dock icke helt kunna bortförklaras på detta sätt.

Vid försök att beräkna klorofyllhalten i granbarr i förhållande till kvantiteten aska, erhöll ZELLER emellertid fortfarande ett ehuru svagt maximum på hösten, vilket därefter länge bibehöll sig oförändrat, för att på sommaren avtaga. Huruvida även denna förändring endast är skenbar, i det att askmängden varierar, är icke klarlagt.

SJÖBERG (1931) fann i blad av hallon klorofyllhalten avtaga under hösten, liksom även halten av xantofyll, varemot det andra gula färgämnet, karotin, bibehölls. Vid belysning av de i växthus förvarade hallonstånden nåddes under vintern snabbt sommarvärden beträffande klorofyll, medan xantofyll återbildades långsammare.

Den primära anledningen till bladens gulnande om hösten ser MICHAEL (1935) i nedbrytande av i kloroplasterna ingående äggviteföreningar (jfr ovan sid. 243).

#### Klorofyllhaltens variabilitet.

Om sålunda klorofyllhaltens variationer med årstiden ännu äro rätt ofullkomligt kända, så torde ännu mindre vara bekant om dess variabilitet. HENRICI (1919) fann klorofyllhalten hos plantor av en och samma art vara lägre å högre belägna lokaler — dock med undantag för den alpina vårfloran och plantor växande invid snölägen. I jämförelse med plantor från lägre nivå fann hon alpina ekotyper assimilera bättre vid hög ljusintensitet, samt vid temperaturer underskridande  $+5^{\circ}$  även vid svagare ljus. De alpina plantornas assimilation anser hon begränsas av låg kolsyrehalt å större höjder, men av för hög temperatur samt för låg klorofyllhalt å lägre nivå. Låglands-ekotypernas assimilation skall däremot i allmänhet begränsas av kolsyre-

halten, men på större höjder även av för låg temperatur. Temperaturminimum för assimilationen ligger lägre för alpina ekotyper än för låglandsekotyper (jfr även BELJAKOFF 1930 samt ovan sid. 277). Enligt HENRICI äro de alpina ekotyperna inställda på att för assimilationen tillgodogöra sig långvägigt ljus, som rikligt förekommer såväl i direkt solljus som i diffust ljus från lågt stående sol, medan låglandsekotyperna däremot äro mera beroende av den kortvägigare strålningen i det diffusa himmelsljuset; de olika slagen strålning kunna icke ersätta varandra för resp. växtgrupper. HENRICI iakttagelser bekräftas i vissa delar av ZELLER (1935 b), som genomgående anträffade en lägre klorofyllhalt i barr av gran, då ståndorten låg mer än 1 600 m ö. h.

Undersökningar över klorofyllhalt och assimilation hos dels normala, dels gul- resp. rödbladiga varieteter av samma växtarter föreligga bl. a. av MOLÉR (1908), som hos rödbladiga former fann ungefär  $\frac{4}{5}$  av den normala klorofyllhalten, vidare av PLESTER (1912), som anträffade såväl större som mindre klorofyllhalt, men genomgående nedsatt assimilation hos gulbladiga former, samt ytterligare av WILLSTÄTTER & STOLL (1918), som undersökt klorofyllhalt och assimilation hos olika färgade varieteter under växlande förhållanden. Det visade sig då, att gula varieteter innehålla en bråkdel av motsvarande typiska gröna formers klorofyllhalt, men utmärkas av en i förhållande till klorofyllhalten vida större assimilationseffekt. I extrema fall, såsom beträffande gulbladig alm, kan assimilationseffekten t. o. m. vara större per ytenhet blad än hos den gröna huvudformen. I andra mindre extrema fall kunna de gulbladiga formernas mindre assimilation per blad-yta kompenseras genom att bladytan ökas, så exempelvis hos en klorofyllfattig, ljusgrön form av *Mirabilis* (PLESTER 1912).

Den gjorda sammanställningen har visat, förutom att tallens vinterfärgning och i allmänhet dess barrfärg tilldragit sig stort intresse vid hittills utförda proveniensförsök, att skillnaderna de olika provenienserna emellan i detta hänseende torde sammanhånga med betydelsefulla fysiologiska olikheter. Då vinterfärgningens variabilitet synbarligen stod i nära samband med torrsustanshaltens, ansåg jag den därför om möjligt böra närmare studeras.

De resultat av undersökningar över olika tallproveniensers klorofyllhalt, som här nedan framläggas, äro endast att betrakta som preliminära försök. Jag hoppas få tillfälle sedermera fullfölja dessa undersökningar i större utsträckning, och därvid samtidigt även i andra avseenden undersöka vinterfärgningens problem.

Materialet för undersökningen har utgjorts av årsbarr från samma plantskola som lämnat material till bestämningarna av »fett» etc., jfr ovan sid. 287.

Efter en del olika försök med kolorimetrisk bestämning av klorofyllhalten, som emellertid i hög grad försvårades av växlingar i proportionerna mellan gröna och olika gula färgämnen i extrakten, har följande tillvägagångssätt preliminärt använts. En viss mängd sonderklippta barr finmales med kvartsmjöl samt litet  $\text{CaCO}_2$  och spolas sedan ned i en filtrertratt. I början extraherades proven först med vatten och c:a 40 % aceton, varvid visade sig, att barr av nordligare proveni-

enser innehöllo jämförelsevis stora kvantiteter av vattenlösliga, gula ämnen, som vid tillsats av alkali färgades rödbruna (flavoner). Senare behandlades proven direkt med först vattenfri, sedan 90 % aceton, varvid proven lätt avgåvo all klorofyll; den kvarvarande resten var ofärgad eller, i fråga om nordligare provenienser, mer eller mindre gulfärgad. Filtratet spädades till bestämd volym, varefter ljusabsorbtionen i klorofyllfiltrets röda absorptionsband bestämdes spektrometriskt. I viss utsträckning ha även lösningarnas absorptionspektra fotograferats, och svärtningsgraden i absorptionsbanden därefter bestämts (jfr även HEIERLE 1935). De spektrometriska bestämningarna ha utförts under ledning av professor H. LUNDEGÅRDH å hans laboratorium.

Redan de första försöken att kolorimetriskt bestämma klorofyllhalten visade, att stora differenser voro för handen, ehuru de icke kunde noggrant bestämmas. Resultatet bekräftades till fullo av den spektrometriska undersökningen, för vilken redogöres i tabell 21. De i denna tabell upptagna bestämningarna utfördes i mars 1934. Jag hade icke till mitt förfogande någon lösning med känd klorofyllhalt, varför i tabellen endast meddelats de erhållna värdena på absorbtionen, omräknade att gälla samma friskvikt och samma skiktjocklek vid en bestämd utspädning. För jämförelses skull utfördes även några bestämningar å andra växtarter, huvudsakligen för att erhålla någon möjlighet att bedöma förhållandet mellan absorbtionen vid våglängderna 667  $m\mu$  och 644  $m\mu$  d. v. s. de våglängder, som torde svara mot maximala absorbtionen av klorofyll *a* resp. klorofyll *b*. Förhållandet mellan klorofyllkomponenterna är ju i normala fall ungefär 3: 1 (WILLSTÄTTER & STOLL 1913). De värden i tabellen, som återgiva förhållandet mellan absorptionsstyrkorna å de båda våglängderna äro givetvis icke att förväxla med förhållandet mellan klorofyllkomponenterna; trots detta torde dock ett högre värde än motsvarande för spenat, gräslök resp. *Ficaria* möjligen hänryda på en förskjutning av förhållandet mellan komponenterna, i det att klorofyll *a* kommer att överväga mera än normalt.

Det framgår av värdena i tab. 21, att klorofyllhalten påfallande regelbundet sjunker, ju nordligare och kallare proveniensernas hemtrakter äro belägna. Det är emellertid icke samma förhållande mellan absorbtionen för de nordligaste och sydligaste provenienserna, som erhålles, om man jämför absorbtionen vid  $\lambda = 667$  eller 644  $m\mu$ . I det förra fallet finna vi t. ex. för Målselv 38 % av absorbtionen för St. Chély d'Apcher, i det senare fallet blott c:a 29 %. Vissa avvikelser beträffande de enskilda värdena äro att vänta, då det visat sig att absorbtionen förändrats vid förvaring. Visserligen ha proven undersökts så hastigt som möjligt, men det har icke kunnat undvikas, att de fått vänta olika länge innan bestämning kunnat ske. Absorbtionen vid  $\lambda = 667 m\mu$  har i genomsnitt avtagit vida hastigare än vid  $\lambda = 644 m\mu$ , ev. beroende på att vid klorofylllets sönderfall klorofyll *b*, som är en oxidationsprodukt av klorofyll *a*, uppstår vid den senare kompo-

Tab. 21. Relativ klorofyllhalt i förhållande till friskvikten i årsbarr och årsplantor av olika tallprovenienser vid Experimentalfältet i början av april 1935. Tabellen angiver ljusabsorbtionen vid våglängderna 667 m $\mu$  och 644 m $\mu$  i rålösning av klorofyll i aceton, jämte förhållandet mellan de vid nämnda våglängder erhållna absorptionsvärdena.

Relativer Chlorophyllgehalt im Verhältnis zum Frischgewicht in einjährigen Nadeln und Pflanzen verschiedener Kiefernprovenienzen bei Experimentalfältet Anfang April 1935. Die Tabelle gibt die Lichtabsorbtion in Rohchlorophylllösung in Azeton bei den Wellenlängen 667 m $\mu$  und 644 m $\mu$  an, sowie das Verhältnis zwischen den Absorptionswerten bei den genannten Wellenlängen.

Proveniens	N. bredd	Torrsub- stanshalt Trockensub- stanzgehalt 21 Nov. 1935	Absorptionen mätt vid Absorbtion bei		667/644
			$\lambda=667\text{ m}\mu$	$\lambda=644\text{ m}\mu$	
Årsbarr:					
Nadeln					
Målselv.....	69°	42,9	0,36	0,12	3,0
Vittangi.....	67°40'	41,3	0,39	0,14	2,8
Rödupp.....	66°31'	40,5	0,43	0,17	2,5
Pite.....	65°20'	41,6	0,41	0,18	2,3
Vindeln.....	64°11'	40,8	0,50	0,19	2,6
Sollefteå.....	63° 9'	39,8	0,56	0,24	2,3
Oviken.....	63°	39,3	0,38	0,15	2,5
Hamra.....	61°45'	39,5	0,51	0,21	2,4
Älvdalen.....	61°25'	39,5	0,60	0,25	2,4
Mosterhamn.....	59°43'	39,3	0,58	0,26	2,2
Järva.....	59°24'	38,4	0,66	0,28	2,4
Darnaway.....	57°34'	37,1	0,80	0,38	2,1
Särö Västerskog.....	57°30'	38,1	0,57	0,24	2,4
Riga.....	57°	39,2	0,52	0,23	2,3
Gyltige.....	56°46'	38,2	0,61	0,28	2,2
Abernethy.....	56°21'	38,1	0,83	0,34	2,4
Sibirien.....	51°—51°30'	38,9	0,52	0,20	2,6
Slawentzitz <sup>1</sup> .....	50°20'	36,9	0,60	0,26	2,3
Recoules-de-Fumes.....	44°—45°	37,3	0,84	0,38	2,2
St. Chély d'Apcher.....	44°48'	37,2	0,95	0,42	2,3
Årsplantor:					
Pflanzen					
Vittangi.....	67°40'		0,69	0,33	2,1
Svanöy.....	61°33'		0,99	0,50	2,0
Darway.....	57°34'		1,18	0,54	2,2
<i>Ficaria verna</i> .....			1,35	0,65	2,1
<i>Spinacia oleracea</i> .....			1,94	0,97	2,0
<i>Allium schoenoprasum</i> .....			0,89	0,42	2,1

<sup>1</sup> De för denna proveniens meddelade värdena å absorbtionerna äro uppenbarligen för låga; vid upprepade bestämning i januari 1936 visade det sig även, att absorbtionen vid  $\lambda=667$  för Slawentzitz låg mitt emellan värdena för Gyltige och Recoules-de-Fumes. Värdet för Slawentzitz har därför ej medtagits å fig. 14. — Det låga värdet för Oviken torde likaledes bero på någon tillfällighet.

Die für dieser Provenienz hier angeführten Absorptionswerte sind offenbar zu niedrig; bei wiederholten Bestimmungen im Januar 1936 zeigte es sich auch, dass die Absorbtion bei  $\lambda=667\text{ m}\mu$  für Slawentzitz etwa mitten zwischen den Werten für Gyltige und Recoules-de-Fumes lag. Das Wert für Slawentzitz ist darum nicht in Abb. 14 angegeben.

nentens nedbrytning; därpå tyder speciellt, att i en del fall har en ökning av absorbtionen vid  $\lambda = 644 \text{ m}\mu$  konstaterats samtidigt med ett avtagande av absorbtionen vid den längre våglängden. Det torde av denna anledning vara lämpligast att med varandra jämföra absorbtionerna vid  $\lambda = 644 \text{ m}\mu$ , för att erhålla uppfattning om de relativa klorofyllkoncentrationerna i provenienser med olika torrsubstanshalt, vilket även skett i fig. 14.

I och med att en olikhet föreligger i proportionaliteten mellan absorbtionerna vid  $\lambda = 667$  och  $644 \text{ m}\mu$  för nordliga och sydliga provenienser, gör sig samma olikhet gällande, då för olika provenienser förhållandet mellan absorbtionerna bestämmes, som framgår av sista kolumnen i tab. 21. Som nyss påpekats betyder det där angivna förhållandet endast förhållandet mellan absorbtionerna vid de våglängder, där klorofyll *a* resp. *b* visa maximala värden; talen i tabellen angiva således icke direkt förhållandet mellan klorofyllkomponenternas kvantiteter. Då emellertid förhållandet mellan absorbtionerna för råklorofylllösningar av spenat, gräslök och *Ficaria* är 2,0—2,1, och detsamma är fallet med dels årsplanter av tall (2,0—2,2), dels årsbarr av tall av sydliga och maritima provenienser (2,1, 2,2, 2,3, 2,4), under det att förhållandet för de nordligare, starkt vinterfärgade provenienserna förskjuttes (intill 3,0), tyder detta på att ett av tvenne alternativ föreligger: antingen har i det senare fallet skett en förskjutning av klorofyllkomponenternas inbördes proportionalitet, eller

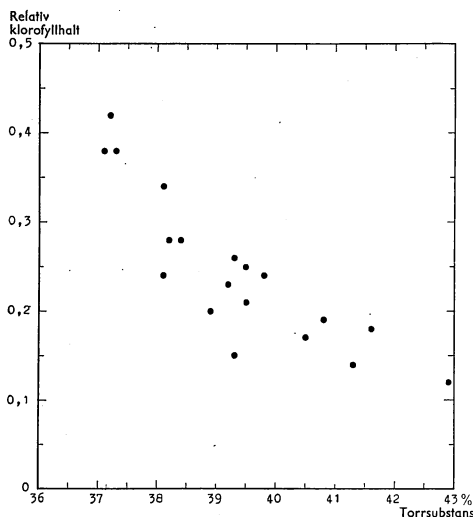


Fig. 14. Sambandet mellan klorofyllhalt (absorbtionen mätt vid  $\lambda = 644 \text{ m}\mu$ ) i förhållande till friskvikten och torrsubstanshalt (% av friskvikt) i årsbarr av tall av olika härstamning i april 1935 (jfr tab. 21).

Die Zusammenhang zwischen Chlorophyllgehalt (Absorptionen, gemessen bei  $\lambda = 644 \text{ m}\mu$ ) in Beziehung zum Frischgewicht und Trockensubstanzgehalt (% des Frischgewichts) einjähriger Kiefernadeln verschiedener Herkunft im April 1935 (vgl. Tab. 21.)

har något annat ämne, med absorbtionsband liggande i närheten av de röda klorofyllbanden, förändrats i förhållande till klorofyllen. Det första alternativet är kanske mindre antagligt, i betraktande av den stora konstans, som vid tidigare undersökningar befunnits präglat förhållandet mellan klorofyllkomponenterna; avvikelser från det normala förhållandet 3 har dock fastställts för klorofylldefekta mutanter av korn från Svalöv av HELLSTRÖM & BURSTRÖM (1933). Det vore eljest frestande, att i vinterfärgningen se följden icke endast av minskad klorofyllhalt, förhållandevis ökad karotinhalt och

Tab. 22. Relativ klorofyllhalt i förhållande till friskvikten i tallbarr, 18—20 juli 1935.  
Relativer Chlorophyllgehalt im Verhältnis zum Frischgewicht in Kiefernadeln,  
18.—20. Juli 1936.

Prov Probe	Proveniens	N. bredd	Absorbtionen mätt vid		667/644
			Absorbtion bei		
			$\lambda = 667 \text{ m}\mu$	$\lambda = 664 \text{ m}\mu$	
Årsbarr	Målselv . . . . .	69°	1,91	0,58	3,3
1-jähr. Nadeln	Slawentzitz . . . . .	50°20'	1,62	0,42	3,9
»					
Fjölårsbarr	Målselv . . . . .	69°	2,47	0,67	3,7
2-jähr. Nadeln	Pite . . . . .	65°20'	2,80	0,83	3,4
»	Slawentzitz . . . . .	50°20'	2,33	0,67	3,5
»	Recoules-de-Fumes . . . . .	44°—45°	2,40	0,70	3,4
»					
<i>Spinacia oleracea</i> . . . . .			2,34	0,79	2,96
<i>Urtica dioica</i> . . . . .			7,98	2,69	2,97

förekomst av vattenlösliga gula färgämnen etc., utan även av en sådan förskjutning klorofyllkomponenterna emellan, att det gulgröna klorofyll *a* ännu mera än i normala fall dominerade över det blågröna klorofyll *b*.

Det låter sig kanske dock lättare tänkas, att något av de gula färgämnena i barren har ett absorptionsband vid en våglängd i närheten av 667  $\text{m}\mu$ , och att därför absorbtionen vid denna våglängd kommer att avtaga långsammare än vid  $\lambda = 644\text{m}\mu$ , då klorofyllhalten minskar, även om förhållandet mellan de båda klorofyllkomponenterna förblir orubbade. I varje fall är det tydligt, att förhållandet mellan absorbtionerna vid  $\lambda = 667$  och 644  $\text{m}\mu$  visar en påtaglig ökning för de i högre grad vinterfärgade provenienserna, vad som än är den omedelbara anledningen till förskjutningen.

Någon undersökning av klorofyllhaltens förändringar med årstiden hos tall med olika intensiv vinterfärgning har ännu icke utförts; de fåtaliga bestämmningar som skett å material av olika proveniens visa endast, att under sommaren icke föreligger några sådana differenser i avseende å klorofyllhalt som under vintern. Det förefaller tvärtom av de i tab. 22 anförda värdena, som skulle klorofyllhalten under sommaren vara högre i de nordligare proveniensernas barr. Vål att märka är nämligen, att de i denna tabell som »fjölårsbarr» betecknade proven äro tagna från samma ställen på plantorna, som de i tab. 21 som »årsbarr» betecknade proven representera! Tyvärr äro emellertid värdena i tabellerna 21 och 22 icke direkt jämförbara med varandra, då de erhållits med olika apparatur.

Undersökningarna ha dock redan givit vid handen, att vinterfärgningens intensitet är förbunden med olikheter i klorofyllhalt, vad skilda proveniensers beträffa. Detta förutsätter nästan med nödvändighet en säsongvariation av

klorofyllhalten, som, åtminstone vad de nordligare provenienserna angå, under vinterhalvåret är rakt motsatt den av STÅLFELT och andra konstaterade (jfr ovan sid. 297), men som står i god överensstämmelse med den nedsättning av klorofyllhalten LIPPMAA (1925) fann i gulgrönt »vårfärgade» blad av *Saxifraga crassifolia* i jämförelse med normalt gröna blad.

Ehuru några med varandra direkt jämförbara talvärden ännu icke kunna åberopas som stöd för denna uppfattning, kan emellertid anföras, att en råklorofyllösning beredd av samma kvantitet barr av samma barrgeneration av en nordlig tallproveniens är på sommaren djupgrön, men på vintern ljus gulgrön. En förändring av de gula färgämnenas kvantitet antydes av, att råklorofyllösningar av nordliga provenienser, som fått stå i rumstemperatur tills allt klorofyll förstörts och lösningarna förlorat varje spår av grön färg, visat en mera intensiv gul färg än motsvarande lösningar beredda av sydliga proveniensers barr.

Som av ovanstående torde hava framgått, är säkerligen vinterfärgningen framkallad av åtskilliga samverkande orsaker, och kan ju även i olika fall ha kommit till stånd på olika sätt. Förutom reducerad klorofyllhalt torde framförallt kloroplasternas omlagring inom cellerna och uppkomsten av gula färgämnen medverka. — Någon egentlig vinterfärgning har icke utmärkt tall i Stockholmstrakten under senare år, med undantag för tall å mossar, där antagligen det lokala köldläget spelat en roll. Den frånvaro av klorofyllreduktion STÅLFELT konstaterat, kan således ej åberopas i fråga om orsakerna till tallbarrens gula vinterfärgning. Särskilt bör dock framhållas, att under de båda vintrar, som STÅLFELTS försök voro utsträckta över, 1924—25 och 1925—26, visade både tall och gran lägre klorofyllhalt under den sistnämnda, kallare vintern. Vi finna även av STÅLFELTS fig. 5, att under samma vinter var klorofyllhaltens vintermaximum jämförelsevis mycket svagare utpräglat i förhållande till vårens minimum.

De iakttagelser beträffande olika typer av vinterfärgning, som kunnat göras å det odlade plantmaterialet, överensstämma helt med tidigare gjorda observationer. Vinterfärgningen går i stort sett parallellt med övriga förändringar i plantorna, som typiskt åtfölja dessas inträde i vintertillståndet.

Klorofyllhaltens variation och variabilitet är ännu långt ifrån klarlagd. Dock framgår av här anförda undersökningar över klorofyllhalten i tallplanter av olika proveniens, att klorofyllhalten under vintern är lägre än under sommaren vad nordligare och mera intensivt vinterfärgade provenienser angå. En synnerligen påfallande variabilitet har även kunnat fastställas, i det att under vintern plantor av nordlig härstamning innehålla mindre än tredjedelen av den klorofyllhalt i förhållande till friskvikten, som utmärker plantor av sydligaste proveniens. Beräknas klorofyllhalten i förhållande till torrvikten

blir differensen större, och uppgår då till omkring 1:4. Under påföljande sommar synes klorofyllhalten i prov av dåv. fjolårsbarren vara något högre för de nordligare än för de sydligare härstamningarna.

### SAMMANFATTNING.

De data, som i detta kapitel sammanställts över konstaterade differenser mellan tallplantor av olika härstamning, visa som generell regel, att plantor av nordlig härstamning under höst och vinter utmärkas av jämförelsevis hög halt av torrsubstans (% av friskvikt), socker (% av vattenvikt), ämnen extraherbara med petroleter (% av torrsvikt) såväl som katalas. De visa samtidigt någon ökning av totalkväve (% av torrsvikt), men däremot en lägre halt av »växttråd» (% av torrsvikt) samt ämnen extraherbara med svag syra och lut (% av torrsvikt). Vidare utmärkas de av intensiv vinterfärgning, som beträffande fleråriga plantors barr synes vara förbunden med en påfallande ringa klorofyllhalt.

I den inledande översikten av årsvariationer av bl. a. ovan nämnda ämnen (jfr kap. 3), liksom även i detta kapitel, då deras variabilitet berörts, har särskilt framhållits den fysiologiska och ekologiska betydelse, som med större eller mindre grad av säkerhet förbundits med det ena eller andra ämnets uppträdande. Vi ha därvid funnit förhållandena ytterst komplicerade och ett sådant samspel föreligga, att om endast beträffande ett enda ämne. — t. ex. socker — olika kvantitativa förändringar i plantor av olika proveniens visar sig, så sammanhänger detta med och blir sålunda även ett tecken på djupgående fysiologiska olikheter de undersökta plantorna emellan, beträffande assimilationsförmåga vid olika temperatur och belysning såväl som andningsintensitet, enzymatisk verksamhet, transpiration etc. Det följer därav, att då bestämda tendenser kunnat fastställas i fråga om differenser mellan tallplantor av olika proveniens, och detta icke endast beträffande sockerhalt, utan i flera andra avseenden, så äro resp. proveniensers av tall till sin allmänna fysiologiska inställning i motsvarande mån olika.

Vidare har av denna sammanställning framgått, att torrsubstanshaltens variabilitet i stort sett är överensstämmande med övriga undersökta ämnens; sambandet kan därvid vara positivt eller negativt, lineärt eller icke lineärt, men är i regel påfallande tydligt. Det torde därför vara fullt berättigat att låta de olika proveniensernas fysiologiska allmäntillstånd — i den mån detta sammanfaller med deras grad av vinterberedskap — uttryckas genom angivande av deras torrsubstanshalt.



## KAP. 5. JÄMFÖRANDE ODLINGSFÖRSÖK MED TALL- PLANTOR AV OLIKA PROVENIENS Å PLATSER MED OLIKA KLIMAT.

I föregående kapitel ha behandlats sådana skillnader mellan tallplantor av olika härstamning, som kunnat konstateras i fråga om torrsubstanshalt, sockerhalt etc. Resultaten av dessa undersökningar visa, att djupgående fysiologiska skiljaktigheter finnas mellan tallplantor härstammande från trakter av olika nordlig bredd och med olika klimat. De fysiologiska olikheterna kunna enklast bringas till uttryck genom bestämning av torrsubstanshalten; plantornas halt av socker, katalas, klorofyll o. s. v. uppvisa en större eller mindre grad av samband — positivt eller negativt — med deras torrsubstanshalt under höst och vinter.

Det återstår då att undersöka, om något samband finnes mellan å ena sidan torrsubstanshalten, å andra sidan de efter tallplantornas härstamning varierande egenskaper, som vid tidigare proveniensförsök (jfr kap. 1) speciellt studerats, och bland vilka här främst må nämnas plantornas övervintringsförmåga, tillväxthastighet, växtform, barrform, barrfärg och periodicitet. Den olika resistensen mot parasitsvampar, tallskytte (*Lophodermium*) och snöskytte (*Phacidium*) samt även gråbarrssjuka (*Hypodermella*; jfr LAGERBERG 1910) kommer icke att här närmare behandlas, ehuru den i många fall utan tvekan måste sättas i förbindelse med den fysiologiska variabiliteten, vare sig denna närmast inverkar genom olika stort överskott av upplagsnäring (LAGERBERG 1913), genom olika osmotiskt värde (VON TUBEUF 1913, HAGEM 1926), genom olika surhetsgrad (TROPOVA 1927), eller på ytterligare något annat sätt.

### Vid tidigare försök fastställda differenser mellan olika provenienser av tall och andra trädslag.

I första kapitlet har i översikten av proveniensfrågans utveckling berörts en del av de skillnader mellan tallar av olika proveniens, som av forskare studerats vid odlingsförsök inom skilda länder. En kort sammanställning över de viktigaste av dessa skillnader följer här nedan. Denna sammanställning omfattar även andra trädslag än tall, då för dessa samma eller liknande differenser som för tallen påvisats mellan olika provenienser. Sammanställningen avser mera att exemplifiera än att giva en fullständig redogörelse omfattande alla i litteraturen befintliga uppgifter och avser givetvis endast differenser som kunnat fastställas mellan träd och plantor av olika provenienser, som uppdragits under samma yttre betingelser.

### Övervintringsförmåga.

Antalet efter vissa år kvarlevande plantor torde å nordligt belägna försöksytor vara beroende av dels köldhårdighet, dels olika resistens mot svampinfektion, särskilt av snöskytte, varjämte även torde tillkomma plantornas olika förmåga att begränsa transpirationen (IWANOFF 1924) och eventuellt att reglera det osmotiska värdet (WALTER 1931). På sydligare försöksytor torde tallskyttet vara en av de främsta anledningarna till plantavgången (jfr LAGERBERG 1913), varjämte även olika resistens mot torka torde kunna spela in (SCHMIDT 1929 *b*). En sydlig proveniens odlad i en nordlig trakt skadas framför allt av höst- eller vinterfrost — så t. ex. tallplantor från Spanien, Ungern etc. vid Experimentalfältet; en nordlig proveniens blir vid odling söderut på grund av sin relativt tidigt påbörjade tillväxt på våren utsatt för att skadas av vårfroster (jfr MAYR 1900, HAGEM 1931). Sålunda meddelar BURGER (1931), att å de schweiziska försöksytorna skadades de alpina och nordiska provenienserna minst av höst- och vinterfrost; senfrost på våren skadade däremot samtliga, då den inträffade. KIENITZ (1922) redogör för följderna av en frost i slutet av maj 1911: oskadade förblevo plantor från Jokkmokk, mycket starkt skadades plantor från Pfalz och Bulgarien, medan övriga proveniensers fördelade sig mellan dessa ytterligheter. Olika köldhårdighet under höst och vinter har även kunnat fastställas för olika proveniensers av tall vid experimentella försök härstädes (jfr sid. 226), varvid de nordliga provenienserna genomgående skadades mindre av viss låg temperatur än sydliga sådana.

Endast sällan skadas den spontana tallen av höst- och vinterfrost (jfr ANDERSSON 1905, LANGLET 1929 *a*).

Beträffande olika köldhårdighet hos olika proveniensers av andra trädslag, är det av intresse att finna denna fråga uppmärksammas av LINNÆUS i *Arboretum svecicum* (1759). Han anmärker där, »att idegranar, som införts till oss från Frankrike, duka under för vinterkölden, medan våra egna med lätthet fördraga densamma» (enl. HESSELMAN 1907).

Olika hårdighet beroende på härstamningen har vidare påtalats för t. ex. tall och *Rhododendron* (HOOKER fil. i DE CANDOLLE 1855, jfr NÄGELI 1865), gran (BLOMQUIST 1882—83, ENGLER 1905, 1908), ek (ARNDT 1895, CIESLAR 1923, SMITH 1925), alm och lönn (ÖRTENBLAD 1901), *Pinus nigra* (CIESLAR 1907), al (BANSI 1924, DREYER 1928), *Juniperus virginiana* och *Magnolia hypoleuca* (ILVESSALO 1926), Douglas- och Sitkagran (OPPERMANN 1929 *a*), samt förutom de båda sistnämnda arterna även för *Abies nobilis*, *Chamaecyparis Nootkaensis*, *Thuja plicata* och *Tsuga heterophylla* (HAGEM 1931), och för *Pinus resinosa*, »Norway pine» (BATES 1930).

### Periodicitet.

I närmaste anslutning till köldhårdigheten står periodiciteten, i det att en tidigare avslutad tillväxt medger en bättre »mognad» av skotten, vilken i sin tur är betingelsen för erforderlig hårdighet (CHANDLER 1913, HAUCH & KÖLPIN RAVN 1915, BERNATSKY 1916 m. fl.). WIBECK (1912) påvisade skillnader i skottens mognadsgrad hos tall härstammande från Sverige och Tyskland genom att lägga grenar i vatten, då barken lättare lossnade från den tyska tallens grenar.

Som allmän regel kan sägas, att nordliga resp. alpina provenienser driva tidigare på våren — särskilt märkes detta i höjdlägen samt å nordligt belägna orter — samt avsluta sin tillväxt tidigt under sensommaren eller hösten. Detta har fastställts av bl. a. CIESLAR (1887—1907) för tall, gran och lärk; ENGLER (1905) dessutom för lönn; HAUCH (1915) för ek, där differenser i lövsprickningstid föreligga, ehuru dessa äro rätt oregelbundna (jfr även OPPERMANN 1929 b). En tendens hos de kontinentala ekprovenienser nas blad att gulna tidigare om hösten påtalas av CIESLAR (1923). Mycket påfallande är att sydliga tallprovenienser efter förflyttning till kallare belägna trakter icke normalt utbilda toppknoppar på hösten (jfr TURSKI 1878, samt även ENGLER 1913).

Tillväxtperiodens längd synes hos tall av olika härstamning vara synnerligen fast bestämd av inre faktorer (BURGER 1926), medan däremot tillväxtens början påverkas av de yttre faktorerna (jfr även ROMELL 1925).

### Tillväxthastighet.

Det är givet, att tillväxtperiodens längd står i nära samband med den tillväxt, som under perioden kan medhinnas. »Tysktallen» utmärker sig här i landet genom en mycket kraftig tillväxt under de första åren, ehuru denna tillväxt snart nog förbytes i ett fortskridande borttynande (jfr WIBECK 1912). Vid tidigare proveniensförsök har ofta i främsta rummet höjdtillväxten registrerats, varvid förutom beträffande tall och gran (jfr även BORNEBUSCH 1935) skillnader i tillväxthastighet även ha kunnat fastställas i fråga om olika provenienser av *Pseudotsuga Douglasii* (MÜNCH 1923, 1928).

### Växtform.

Växtformen står även i samband med periodiciteten och tillväxthastigheten. Stamkrökar och onormal grenställning hos plantor förflyttade till en i jämförelse med härstamningsorten nordlig och kall växtplats, torde säkerligen bero på bristande köldhårdighet i tillväxtzonen (jfr SORAUER 1906, HAUCH 1908, 1916). Kambiet är ofta den köldhårdigaste vävnaden (ROBERTS 1922), och i den sker sådan upplagring av bl. a. socker (ANDERSEN 1929, GARDNER 1929) och kolloider (DUNN & BAKKE 1926), som känneteckna

vävnader under hårdningen. DAY (1931) finner frostsador i kambiet vara den primära orsaken till angrepp av kräfta, *Dasyscypha*, å lärk.

Dålig stamform utmärker emellertid icke endast tallprovenienser odlade på för dem jämförelsevis nordligt eller högt belägna lokaler (jfr WIBECK 1912, ENGLER 1913, SCHOTTE 1923 a), utan även tall av nordlig härstamning; om den förflyttats tillräckligt långt mot söder (ENGLER 1913, SAMOFAL 1925, WIEDEMANN 1930; beträffande gran jfr SCHMIDT 1929 c).

Avvikelser från normal växtform synes sålunda vara ett kriterium på att tallplantor av viss proveniens förflyttats till en ort, med vars klimatförhållanden den icke befinner sig i harmoni. Anledningen till stamkrökar å sydliga provenienser i en nordlig trakt kan som nämnt sökas i frostsador främst under höst och vinter; anledningen till dålig växtform hos nordliga plantor till följd av förflyttning mot söder torde kanske i viss utsträckning kunna vara frostsador under våren, men får nog även sökas i belysningsförhållandena och eventuellt i bristande resistens mot sommartorka. En möjlighet att de nordliga proveniensererna äro till sin natur mera utpräglade längdagsplantor än de sydligare får visst stöd av det samband mellan hemortens nordliga bredd och den fysiologiska variabiliteten, som nedan kommer att påvisas (sid. 351 och följ.).

### Barrform.

Barrlängden är typisk för olika provenienser, och har därför ofta registrats vid kulturförsök. Barr av sydliga provenienser äro i regel längre och vekare (TURSKI 1878, CIESLAR 1899, SCOTT 1904, ENGLER 1905, SCHOTTE 1905 m. fl.) samt tyngre (SCHOTT 1904; BORNEBUSCH 1935 beträffande gran). De nordliga och de alpina tallproveniensererna utmärkas av kortare barr, som samtidigt äro bredare (DENGLER 1908, GRAHLE 1933, JACCARD & FREY-WYSSLING 1935, jfr även SYLVÉN 1916).

ENGLER (1905) fann barren av alpina granprovenienser utmärkas av mindre tillplattad form, mindre cellstorlek, tjockare cellväggar, rikligare vaxutsöndring, samt bättre utbildning av epidermis och underliggande cellskikt, varjämte även centralcylindern var grövre. Som resultat av en anatomisk undersökning omfattande tallbarr från skilda delar av Ryssland meddelar SOKOLOFF (1928), att barrns tvärsnitt, antal hartsgångar (jfr även SCHWARZ 1934) och deras diameter varierade utan någon geografisk ordning. Där emot fann han tjockleken av epidermis och hypoderm jämte centralcylinderns utveckling variera parallellt med de klimatiska förhållandena (jfr även ÖRTENBLAD 1888, GRAHLE 1933).

Ytterligare ha följande karakteristiska förhållanden meddelats:

**Grenarna** äro färre i grenvarven samt även kortare hos nordliga tallprovenienser (SCHOTTE 1914).

**Kottestorleken** synes vara mindre hos nordliga och östliga provenienser av gran jämfört med mellaneuropeiska provenienser (BORNEBUSCH 1935).

**Frövikten** har hos gran visats vara mindre hos nordliga än hos sydliga provenienser (BORNEBUSCH 1935).

**Barktjockleken** å årsskotten är större för granplantor av alpin proveniens (ENGLER 1905).

**Rotpartiet** är hos granplantor av alpin proveniens jämförelsevis kraftigare utvecklat än hos plantor stammande från lägre trakter (CIESLAR 1899, ENGLER 1905), ett för alpväxter allmänt utmärkande drag (jfr t. ex. SENN 1925). SCHOTT (1904) fastställde ett i jämförelse med mellaneuropeiska provenienser mycket rikt utvecklat rotparti hos finska tallplantor.

**Vedens specifika vikt** fann DENGLE (1908) större hos tall från Tavastehus odlad vid Eberswalde, än hos hemmaproveniensen. Vid Mariabrunn fann CIESLAR (1899) däremot en lägre specifik vikt i stammen av svensk tall i jämförelse med österrikisk — sannolikt till följd av de för svensk tall oproportionerligt varma somrarna därstädes; en alltför varm sommar fann CIESLAR (1907 *b*) medföra en försämring av vedens kvalitet, i det att färre och tunnväggigare höstvedceller utbildas.

**Vedens hållfasthet** fann SCHMIDT (1930 *a*) vara större hos tall från Kurland och Ostpreussen än hos tall från Pfalz.

**Resistens mot torka** tillkommer i olika mån skilda provenienser av tall (SCHMIDT 1929 *b*) såväl som gran (CIESLAR 1907 *a*). Alpina och nordiska provenienser synas därvid vara underlägsna.

Förutom de differenser mellan plantor av olika härstamning, som ovan sammanfattats, ha även differenser konstaterats beträffande frömaterialet. I samband med äldre proveniensförsök har ofta givits utförlig redogörelse för såväl kott som frö från olika trakter. Då fröet emellertid icke är skördat på samma ställe (jfr dock ENGLER 1913), äro de olika fröpartierna ej sinsemellan jämförbara. Redan ovan (sid. 292, jfr även SCHEIBE 1932) har framhållits de stora differenser man finner mellan under olika klimatförhållanden mognat frö av en och samma rena ras, differenser av sådan storleksordning, att de göra sig gällande även för praktiskt jordbruk (t. ex. SİDÉN 1934).

Det är därför givet, att om skillnader mellan olika provenienser skola studeras på ett möjligast tidigt stadium, så är det att föredraga, om dessa skillnader erhålles genom jämförelser mellan plantor och icke genom jämförelser av fröpartier, som mognat under ofta högst varierande klimatbetingelser. Visserligen kan man förutsätta en icke obetydlig inverkan av fröets av mognadsförhållandena influerade utvecklingsgrad särskilt under plantornas första sommar, men detta inflytande torde dock mer och mer utjämnas under upp-

växttiden — redan efter ett fåtal år är sålunda frövikts inverkan på plantstorleken utplånad (CIESLAR 1899, jfr dock även BUSSE 1931). Den överensstämmelse, som kunnat konstateras mellan torrsubstanshaltvärden erhållna av årsplantor och av barr från äldre plantor, visar även, att differenserna i detta avseende årsplantorna emellan icke endast kan vara beroende av de klimatförhållanden under vilka fröet mognat, ehuru den vanligen större variationsvidden årsplantorna emellan i jämförelse med barrproven mycket väl kan bero på en samverkan mellan detta inflytande och den av inre anlag betingade fysiologiska variabiliteten.

Sådana skillnader olika fröpartier emellan, som kunnat fastställas då fröet skördats t. ex. från olika provenienser växande på samma plats eller åtminstone i samma trakt äro av vida större betydelse. Även under sådana omständigheter ha differenser mellan olika proveniensers frön fastställts, bl. a. beträffande granfröets 1 000-kornvikt (BORNEBUSCH 1935). Detta förhållande är av stor vikt då det måste anses tyda på att den fysiologiska variabiliteten i viss utsträckning är att betrakta som ärftlig (jfr kap. 7).

Den ovanstående sammanställningen har visat oss en variabilitet beträffande plantors livsduglighet och i viss grad även deras yttre utformning, som i princip synes följa den variabilitet som här tidigare påvisats existera i fråga om torrsubstanshalt etc., således en variabilitet beroende på plantornas härstamning från sydligare, varmare eller nordligare, kallare trakter.

### Redogörelse för planteringsförsöken av år 1931.

För att genom undersökning av övervintringsförmåga, tillväxthastighet, växtform, barrlängd, periodicitet etc. hos äldre plantor få tillfälle att med de äldre proveniensförsökens resultat jämföra de skillnader i fråga om torrsubstanshalt etc., som vid denna undersökning kunnat konstateras, utfördes våren 1931 en del planteringsförsök.

Plantmaterialet utgjordes av 2-åriga oomskolade plantor (jfr tab. 32 och fig. 34), uppdragna ur frö vid Experimentalfältet.

Planteringsytorna förlades till Skällås inom Tönnersjöhedens försökspark, till Stormyrtjälén inom Kulbäckslidens försökspark, samt till den invid Gällivare belägna boställslägenheten för förvaltaren av dåvarande Ängeså revir. Planteringsytan vid Skällås är anlagd på åkermark, ytan å Stormyrtjälén på skogsmark (morik morän över marina gränsen), samt ytan vid Gällivare å gräsplan, varifrån grästorven bortskaffats. Beträffande jordmänen äro ytorna således icke jämförbara, vilket redan är uteslutet på grund av klimatets betydelse för omsättningarna i marken; en olägenhet, som dock torde vara av

Tab. 23. Förteckning över de för planteringsförsöken använda tallprovenienser, upptagna i den ordning plantraderna förekomma å ytorna, jämte antalet levande plantor hösten efter utplanteringen och efter ytterligare 3 år.

Verzeichnis der für Pflanzenversuche verwendeten Kiefernprovenienzen, nach der Pflanzreihenordnung auf den Probeflächen, sowie der Zahl der Pflanzen im Herbst nach der Ausspflanzung und nach weiteren 3 Jahren.

Num- mer	Proveniens	Torrsub- stanshalt »Normal- värden»  Trocken- substanz- gehalt »Normalwerte»	Tönnersjö- heden (56°40'N. br.)		Kulbäcks- liden (64°10'N. br.)		Gällivare (67°8' R. br.)	
			Antal kvarlevande plantor hösten Zahl der lebenden Pflanzen im Herbst					
			1931	1934	1931	1934	1931	1934
319	Gyltige .....	36,2	438	357	366	88	418	1
320	Karlsby.....	36,6	387	313	284	47	222	1
321	Dalarö.....	35,9	434	328	348	39	445	0
322	Älvdalen.....	38,6	457	404	409	223	496	14
323	Vindeln.....	39,3	463	432	420	319	496	58
324	Vindeln.....	39,3	464	428	393	281	493	76
325	Hällnäs.....	38,8	457	422	408	285	466	68
271	Lappträsk.....	39,9	451	385	372	268	471	128
267	Storbacken.....	40,2	446	415	—	—	486	152
269	Överkalix.....	39,7	460	399	397	310	485	125
268	Övertorneå.....	40,2	—	—	344	282	427	128
288	Bodens revir.....	39,2	462	430	448	361	491	59
331	Torp.....	38,1	—	—	352	240	498	5
339	Ruskåsen.....	38,0	—	—	396	234	458	0
340	Koppom.....	37,0	—	—	399	179	—	—
341	Grimsten.....	36,7	454	346	364	70	455	0
342	Värnanäs.....	34,9	214	99	140	12	—	—
251	Karsholm.....	35,1	397	211	—	—	—	—
450	Alta.....	41,4	392	283	367	296	488	103
451	Målselv.....	41,3	375	316	409	355	330	96
452	Tranöy.....	41,5	440	403	417	360	482	171
454	Skjomen.....	39,6	456	429	421	299	467	110
456	Gloppen.....	36,7	424	369	393	188	246	0
457	Voss.....	36,8	439	401	432	188	—	—
458	Svanöy.....	36,5	427	407	411	214	—	—
316	Siljansfors.....	37,1	430	381	421	212	458	3 <sup>1</sup>
Summa plantor			9 360	7 958	9 111	5 350	9 278	1 298

<sup>1</sup> Av 316 Siljansfors finnas dessutom 20 plantor i ytans sydligaste rad omedelbart intill och i skydd av en kant av grästörven; från dessa plantor bortses här och i det följande helt, då de intill belägna raderna av nordnorska plantor visa mycket dåligt resultat.

underordnad vikt i betraktande av de stora differenser i klimatläge, som följer med deras belägenhet.

Planteringen utfördes radvis med ett plantavstånd inom raden av 20 cm samt ett radavstånd av 30 cm. Varje yta omfattade något drygt 20 provenienser, var och en representerad av c:a 500 plantor. Då var rad innehöll 100 plantor, erhöles sålunda 5 rader (å Skällås 6 något kortare rader) av var proveniens. För att undgå inverkan av ojämnheter i fråga om mark och belysning fördelades provenienser i 5 resp. 6 avdelningar, av vilka en var om-

Tab. 24. Antalet kvarlevande plantor och felfria plantor hösten 1934 i förhållande till antalet kvarlevande hösten 1931, samt plantornas medelhöjd 1934.

Zahl der übriggebliebenen lebenden und fehlerfreien Pflanzen im Herbst 1934 im Verhältnis zu der Zahl lebender Pflanzen im Herbst 1931, sowie Mittelhöhe der Pflanzen 1934.

Num- mer	Proveniensi	Kvarlevande plantor			Felfria plantor			Plantornas höjd		
		Übriggebliebene Pflanzen			Fehlerfreie Pflanzen			Pflanzenhöhe		
		Tönner- sjö- heden	Kul- bäcks- liden	Gälli- vare	Tönner- sjö- heden	Kul- bäcks- liden	Gälli- vare	Tönner- sjö- heden	Kul- bäcks- liden	Gälli- vare
452	Tranöy....	91,6	86,3	35,5	41,6	38,1	15,2	21,1	21,3	18,4
450	Alta.....	72,2	80,7	21,1	20,9	30,0	9,4	14,8	18,4	14,3
451	Målselv....	84,3	86,8	29,1	29,1	37,4	9,7	17,1	23,2	11,9
268	Övertorneå	—	82,0	30,0	—	35,8	9,1	—	23,5	15,2
267	Storbacken	93,1	—	31,3	46,6	—	9,1	28,3	—	16,8
271	Lappträsk..	85,4	72,0	27,2	35,9	22,3	10,2	20,0	16,7	13,2
269	Överkalix..	86,7	78,1	25,8	37,8	31,0	8,3	22,4	21,3	14,0
454	Skjomen...	94,1	71,0	23,6	41,5	24,0	13,3	21,5	18,8	14,7
323	Vindeln....	93,3	76,0	11,7	55,2	29,3	3,6	31,7	23,5	18,2
324	Vindeln....	92,2	71,5	15,4	55,6	28,8	5,7	32,8	25,1	17,3
288	Bodens revir	93,1	80,6	12,0	44,8	27,2	3,5	28,3	22,2	17,1
325	Hällnäs....	92,3	69,9	14,6	50,1	29,2	3,4	28,7	22,8	15,9
322	Älvdalen....	88,4	54,5	2,8	51,2	18,1	0,6	31,8	19,5	13,2
331	Torp.....	—	68,2	1,0	—	23,0	0	—	22,4	12,8
339	Ruskåsen...	—	59,1	0 <sup>1</sup>	—	18,7	0	—	24,5	0
316	Siljansfors..	88,6	50,4	0,7	57,7	18,1	0	36,0	21,6	10,3
340	Koppom...	—	44,9	—	—	10,3	—	—	23,7	—
457	Voss.....	91,3	43,5	—	60,1	11,3	—	39,2	21,7	—
341	Grimsten....	76,2	19,2	0 <sup>1</sup>	41,6	2,8	0	36,6	16,8	0
456	Gloppen....	87,0	47,8	0 <sup>1</sup>	43,9	11,7	0	33,1	20,5	0
320	Karlsby....	80,9	16,5	0,5	53,5	1,8	0	44,9	20,5	(18) <sup>2</sup>
458	Svanöy....	95,3	52,1	—	64,2	17,3	—	47,7	23,9	—
319	Gyltige....	81,5	24,0	0,2	55,7	4,9	0	47,4	23,7	(9) <sup>2</sup>
321	Dalarö....	75,6	11,2	0 <sup>1</sup>	41,5	1,2	0	36,3	18,0	0
251	Karsholm..	53,2	—	—	24,4	—	—	36,0	—	—
342	Värnanäs...	46,3	8,6	—	20,6	1,4	—	25,9	14,6	—

<sup>1</sup> 0 = ingen kvarlevande planta.  
0 = keine Pflanze übriggeblieben.

<sup>2</sup> Endast 1 kvarlevande planta.  
Nur 1 Pflanze übriggeblieben.

fattade samtliga sorter. Inom avdelningarna blandades emellertid icke raderna förutsättningslöst, som från den statistiska bearbetningens synpunkt hade varit fördelaktigt. Inom de små områden det här var fråga om — c:a 20×30 m — kunde det knappast bli fråga om större skillnader mellan olika delar av plantskolorna, varemot ett regelbundet återkommande av samma sorter i hög grad underlättade revidering och provtagning.

De för planteringen av de olika försöksytorna använda provenienserna framgå av tab. 23, vilken upptager desamma i den ordningsföljd de förekomma inom ytornas 5 resp. 6 avdelningar. Tabellen upplyser vidare om antalet levande plantor hösten 1934, samt om antalet levande hösten 1931, i förhållande till vilket plantantal de senare revisionsresultaten angivas procentuellt.



Tab. 25. De hösten 1934 kvarlevande plantornas barrlängd, barrvikt samt förhållandet mellan vikt och längd.

Nadellängde, Nadelgewicht sowie Verhältnis zwischen Gewicht und Länge bei im Herbst 1934 übriggebliebene lebenden Pflanzen.

Num- mer	Proveniens	Barrlängd Nadellängde mm			Barrvikt <sup>2</sup> Nadelgewicht <sup>2</sup> mg			Barrvikt/Barrlängd Nadelgewicht/Nadellängde		
		Tönner- sjö- heden	Kul- bäcks- liden	Gälli- vare <sup>1</sup>	Tönner- sjö- heden	Kul- bäcks- liden	Gälli- vare	Tönner- sjö- heden	Kul- bäcks- liden	Gälli- vare
452	Tranöy.....	25,2	46,7	60,9	25,3	58,0	62,8	100,3	124,1	103,1
450	Alta .....	23,0	45,5	59,5	18,8	59,3	53,9	81,8	130,2	90,6
451	Målselv....	24,9	48,9	59,2	20,6	62,2	50,5	82,6	127,1	85,2
268	Övertorneå..	—	45,0	57,2	—	58,2	48,6	—	129,4	84,9
267	Storbacken	27,6	—	64,6	25,3	—	51,5	91,8	—	79,8
271	Lappträsk..	27,1	42,7	65,4	21,7	54,8	60,8	80,1	128,3	93,1
269	Överkalix ..	20,6	45,4	55,9	24,3	58,9	51,6	91,4	129,7	92,3
454	Skjomen ...	27,1	50,7	63,6	26,3	60,7	65,1	97,0	119,9	102,3
323	Vindeln....	30,8	51,7	53,7	27,2	63,6	45,2	88,3	123,0	84,3
324	Vindeln....	32,1	50,5	61,6	29,8	60,8	50,8	93,0	120,3	82,5
288	Bodens revir	30,1	46,9	55,4	27,8	52,3	47,1	92,4	111,6	99,9
325	Hällnäs....	32,0	48,3	55,2	28,9	54,5	43,5	90,3	112,7	78,7
322	Älvdalen....	36,2	53,4	52,8	31,1	65,3	42,1	85,9	122,3	79,7
331	Torp.....	—	46,9	41,6	—	49,9	28,5	—	106,4	68,6
339	Ruskåsen...	—	50,1	0 <sup>3</sup>	—	51,7	0	—	103,2	0
316	Siljansfors..	36,8	53,8	52,4	28,5	59,0	39,7	77,2	109,7	75,8
340	Koppom ...	—	53,2	—	—	59,7	—	—	112,3	—
457	Voss.....	39,5	53,1	—	34,4	61,9	—	87,1	116,5	—
341	Grimsten...	46,1	50,1	0 <sup>3</sup>	41,0	41,0	0	88,9	81,9	0
456	Gloppen....	34,5	48,3	0 <sup>3</sup>	28,6	52,9	0	83,2	109,6	0
320	Karlsby....	45,8	53,8	49,3 <sup>4</sup>	43,3	51,3	44,4 <sup>4</sup>	94,5	95,3	90,1 <sup>4</sup>
458	Svanöy.....	41,3	54,2	—	37,7	64,1	—	91,3	118,2	—
319	Gyltige.....	46,6	57,2	27,8 <sup>4</sup>	39,8	53,4	17,0 <sup>4</sup>	85,4	93,4	61,2 <sup>4</sup>
321	Dalarö.....	44,2	53,0	0 <sup>3</sup>	38,0	34,9	0	86,1	65,8	8
251	Karsholm ..	44,5	—	—	37,3	—	—	83,7	—	—
342	Värnanäs...	40,8	43,8	—	29,0	27,0	—	71,0	61,6	—

<sup>1</sup> Barrlängden för Gällivare mätt å det barrprov, varav vikten beräknats.<sup>2</sup> Vikten erhållen från barrprov för torrsubstansbestämning.<sup>3</sup> Ingen kvarlevande planta.<sup>4</sup> Endast en kvarlevande planta.<sup>1</sup> Gemessen bei der für Gewichtsbestimmung benutzten Nadelprobe.<sup>2</sup> Aus Nadelproben für Trockensubstanzbestimmung ermittelt.<sup>3</sup> Keine Pflanze übriggeblieben.<sup>4</sup> Nur eine Pflanze übriggeblieben.

## Antal kvarlevande plantor, deras tillstånd, höjd och barrform 1934.

Resultaten av revisionerna hösten 1934 meddelas här i två tabeller. I tab. 24 återfinnes antalet ännu vid liv varande plantor samt antalet plantor utan anmärkning, här benämnda felfria plantor (= »skogsodlingsresultatet» enl. ENEROTH 1926—27), båda plantantalen i procent av antalet levande hösten 1931. Med felfria plantor avses då här sådana, vilka icke betecknats som krokiga, busklika, angripna av parasitsvampar: snöskytte (*Phacidium*) eller

knäckesjuka (*Melampsora pinitorqua*), uppfrusna<sup>1</sup> eller döende. Vidare återfinnes i samma tabell medelhöjden av de hösten 1934 levande plantorna. I tab. 25 återfinnas uppgifter om barrns medellängd, deras vikt samt förhållandet mellan vikt och längd. Barrns medellängd har beträffande plantorna å Tönnersjöheden och Kulbäcksliden erhållits genom att mäta ett typiskt barr mitt på varje plantas toppskott; å ytan vid Gällivare ha icke några barrmätningar utförts, utan ha barrlängderna för denna yta erhållits genom mätning av barrprov insamlade för torrsubstansbestämning — för

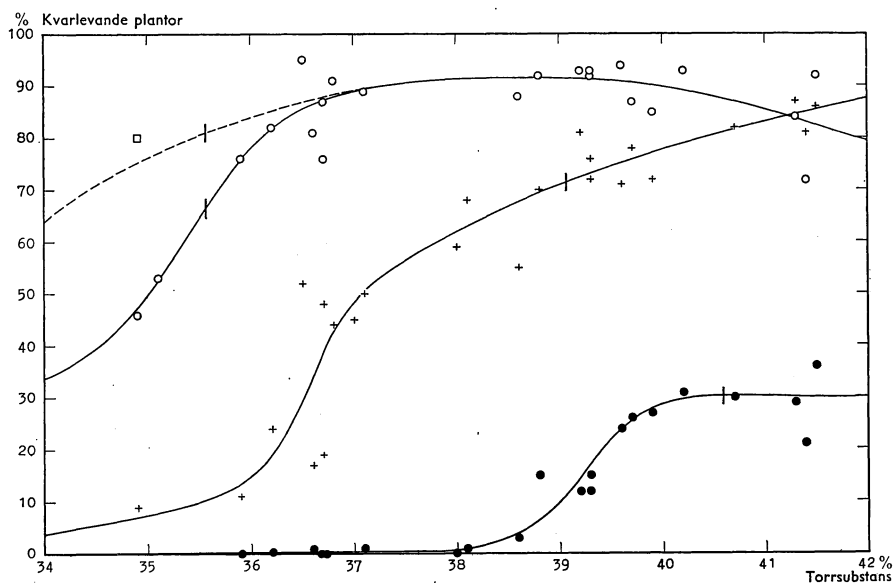


Fig. 15. Sambandet mellan antalet hösten 1934 levande tallplantor (0—100 % av antalet levande hösten 1931) av olika proveniens och samma tallproveniensers torrsubstanshalt (34—42 % av friskvikten) vid Experimentalfältet. | = beräknad torrsubstanshalt för »hemmaproveniensen» å resp. försöksytor: o = Tönnersjöheden, + = Kulbäcksliden, • = Gällivare.

Zusammenhang zwischen der Zahl der im Herbst 1934 lebenden Kiefernpflanzen (10—100 % der Zahl der lebenden Pflanzen im Herbst 1931) verschiedener Provenienz und dem Trockensubstanzgehalt (34—42 % des Frischgewichts) derselben Kiefernprovenienzen bei Experimentalfältet. | = berechneter Trockensubstanzgehalt für die »Heimatprovenienz» der betr. Versuchsflächen: o = Tönnersjöheden, + = Kulbäcksliden, • = Gällivare.

dessas prov ha barr samlats från samtliga plantor. Barrns medelvikt har för alla tre ytorna erhållits från dylika barrprov samlade för bestämning av

<sup>1</sup> Det torde visserligen kunna ifrågasättas, om den rent fysikaliska uppfrysningen av plantor skall medföra att dessa betecknas som »icke felfria». Ehuru det vanligtvis är de svagast utbildade plantorna med dåligt utvecklade rotsystem, som i första hand frysa upp, kunna ju dessa ha oklanderlig växtform. Då det emellertid visat sig, att uppfrysningen vanligen följes av krökar och stamdeformationer, har det icke synt mig lämpligt att hänföra uppfrusna plantor till kategorin »felfria», om man avser att genom bedömning av denna kunna erhålla en uppfattning av det bestående »skogsodlingsresultatet».

torrsubstanshalten. Förhållandet mellan vikt och längd har medtagits, då detta värde giver viss upplysning om barrens grovlek; varken barrrens bredd eller ytan av tvärsnitten ha undersökts.

I de båda tabellerna äro provenienserna ordnade efter fallande torrsubstanshalt enligt de vid Experimentalfältet erhållna »normalvärdena» — jfr tab. 8 och 32. Dessa torrsubstansvärden återgivas för jämförelses skull även i tabell 23.

Revisionsresultaten hösten 1934, då plantorna upplevat 6 vegetationsperioder, av vilka 4 förflutit efter utskolningen å försöksytorna och 3 år gått

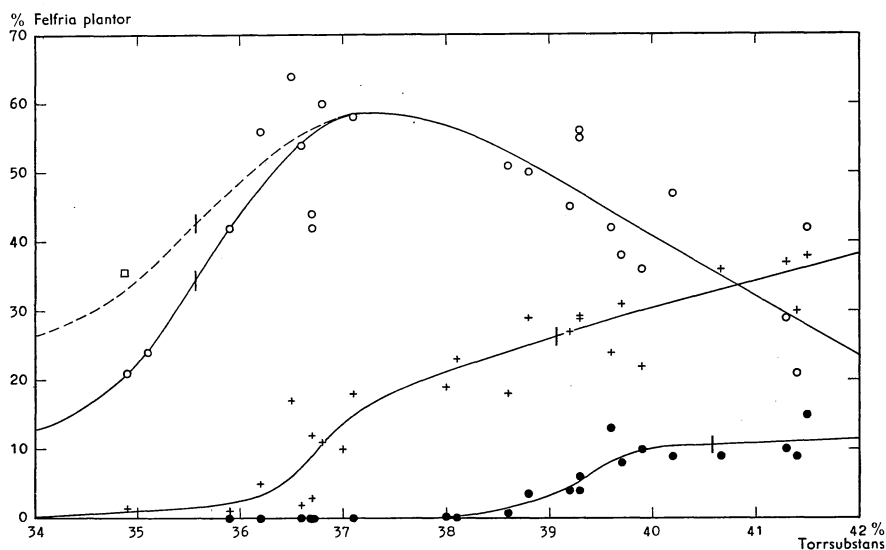


Fig. 16. Sambandet mellan antalet tallplantor utan anmärkning av olika proveniens — skogsodlingsresultatet — hösten 1934 (0—70 % av antalet levande hösten 1931) och samma tallproveniensers torrsubstanshalt vid Experimentalfältet. | = beräknad torrsubstanshalt för »hemmaproveniensen» å de olika försöksytorna: o = Tönnersjöheden, + = Kulbäcksliden, • = Gällivare.

Zusammenhang zwischen der Zahl der fehlerfreien Kiefernpflanzen verschiedener Provenienz — Kulturerfolg.<sup>1)</sup> — im Herbst 1934 (0—70 % von der Zahl im Herbst 1931 lebenden Pflanzen) und dem Trockensubstanzgehalt derselben Provenienzen bei Experimentalfältet. | = berechneter Trockensubstanzgehalt für die »Heimatprovenienz» der betr. Versuchsflächen: o = Tönnersjöheden, + = Kulbäcksliden, • = Gällivare.

<sup>1)</sup> Kulturerfolg = das Prozent der ursprünglich vorhandenen Pflanzen, die nach gegebener Zeit noch lebend, gesund, und gerade sind. — »Pflanzungserfolg» ENEROTHs wurde angegeben als das »Prozent der anfänglich eingetragenen Pflanzen . . . , die in höherem Alter noch lebendig, gesund und gerade sind . . . » (ENEROTH 1928).

sedan den första revisionen, återgivas grafiskt i fig. 15—18, vilka bättre än alla beskrivningar åskådliggöra variabiliteten. Antalet kvarlevande plantor å de tre ytorna återfinnes å fig. 15; i stort sett sjunker plantantalet å alla tre ytorna med sjunkande torrsubstanshalt. Ett undantag utgöra de nordligaste provenienserna på den sydligaste ytan, vilka visa en viss tendens till ökad avgång med ökad torrsubstanshalt; det må dock påpekas, att denna tendens

till stor del åstadkommes av en proveniens, som å alla de tre ytorna lämnat ett jämförelsevis lågt värde. Tendensen torde i alla fall vara riktig.

Fig. 16 visar procenten felfria plantor för samma tre ytor. De utjämnade linjernas förlopp överensstämmer i huvudsak med den nyssnämnda figuren, ehuru de dock ligga lägre. Särskilt anmärkningsvärt å denna figur är den här mycket påfallande tendensen till sjunkande plantantal med stigande torrsubstanshalt för ytan å Tönnersjöheden. Här föreligger sålunda exempel på den för nordliga provenienser utmärkande försämrade växtformen efter förflyttning söderut, som särskilt WIEDEMANN (1930) tidigare avhandlat.

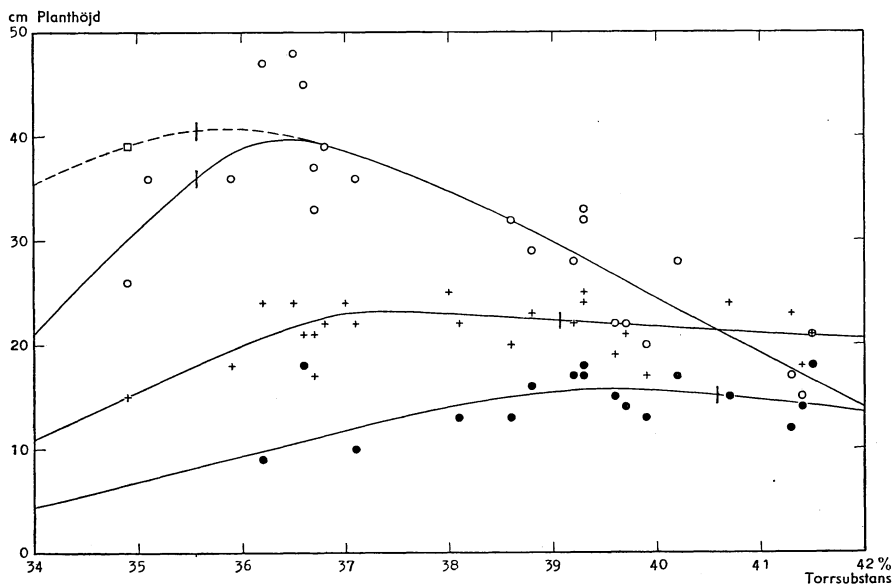


Fig. 17. Sambandet mellan höjden (0–50 cm) av tallplantor av olika proveniens och samma tallproveniensers torrsubstanshalt vid Experimentalfältet. | = beräknad torrsubstanshalt för »hemmaproveniensen» å resp. försöksytor: o = Tönnersjöheden, + = Kulbäcksliden, • = Gällivare.

Zusammenhang zwischen der Höhe (0–50 cm) der Kiefernplanzen verschiedener Provenienz und dem Trockensubstanzgehalt derselben Kiefernprovenienzen bei Experimentalfältet.

| = berechneter Trockensubstanzgehalt für die »Heimatprovenienz» der betr. Versuchsflächen: o = Tönnersjöheden, + = Kulbäcksliden, • = Gällivare.

Plantornas höjd återgives grafiskt å fig. 17. Utjämningslinjernas förlopp är även här i stort sett av samma typ som å den föregående bilden, ehuru de här icke närma sig ordinatans 0-värde asymptotiskt, som å de båda föregående figurerna. I realiteten finna vi knappast några anmärkningsvärda differenser mellan olika provenienser vad planthöjden beträffar, med undantag för den sydligaste ytan vid Tönnersjöheden, där såväl de allra sydligaste som ännu mera de nordligare provenienserna visa en påfallande ringa höjd.

Barrlängden å de tre ytorna åskådliggöres av fig. 18. Som framgår av tabell

25 varierar barrlängden högst väsentligt från yta till yta. Sålunda ha plantorna å provytan å Tönnersjöheden påfallande korta barr. För att här kunna jämföra barrlängderna för de olika provenienserna ha därför för var och en av de tre ytorna beräknats barrmedellängden för 10 provenienser, som äro förhållandevis rikligt representerade å samtliga ytor, nämligen 269, 271, 288, 323, 324, 325, 450, 451, 452 och 454. Barrlängden för var enskild proveniens är sedan angiven i procent av medellängden för de 10 utvalda sorterna å samma yta. Utjämningslinjerna å fig. 18 ha som synes ett mycket karakteristiskt förlopp: å den sydligaste ytan sjunker barrlängden med sti-

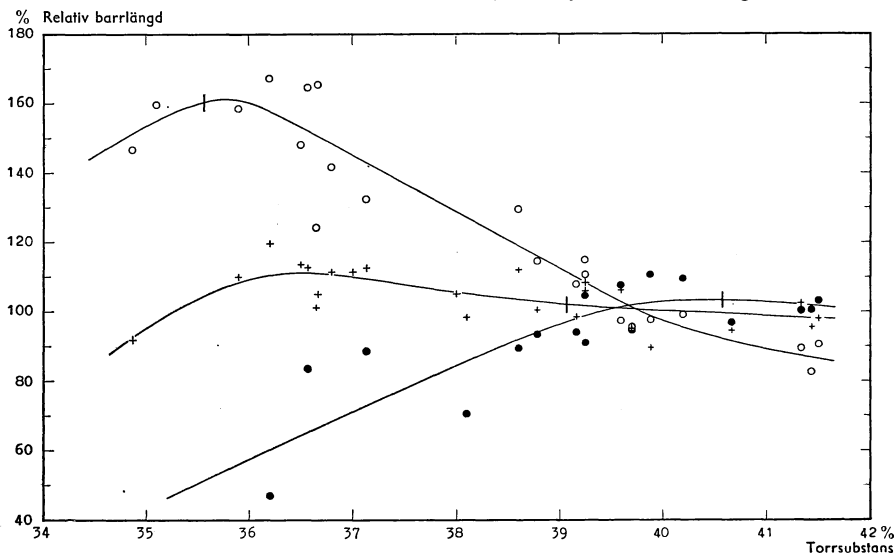


Fig. 18. Sambandet mellan olika tallproveniensers relativa barrlängd (40—180 % av 10 jämförelsesorter, se texten ovan) och samma proveniensers torresubstanshalt vid Experimentalfältet | = beräknad torresubstanshalt för »hemmaproveniensen» å resp. försöksytor: o = Tönnersjöheden, + = Kulbäcksliden, • = Gällivare.

Zusammenhang zwischen der relativen Nadellänge (40—180 % von 10 Vergleichssorten) der Kiefernpflanzen verschiedener Provenienz und dem Trockensubstanzgehalt derselben Provenienzen bei Experimentalfältet.

| = berechneter Trockensubstanzgehalt für die »Heimatprovenienz» der betr. Versuchsflächen: o = Tönnersjöheden, + = Kulbäcksliden, • = Gällivare.

gande torresubstanshalt, å den nordligaste ytan sjunker barrlängden tvärtom med fallande torresubstanshalt. Ytan å Kulbäcksliden visar icke några större variationer, den visar en svag men tydlig tendens till minskad barrlängd med stigande torresubstanshalt, och har dessutom med ytan å Tönnersjöheden gemensamt, men mera markerat, en något minskad barrlängd även för proveniensen med den lägsta förekommande torresubstanshalten.

De utjämnande kurvlinjerna äro icke beräknade, utan å samtliga figurer dragna efter uppskattning.

Trots de icke oväsentliga skillnader som finnas mellan de utjämnande lin-

jernas förlopp å de fyra figurerna, finna vi dock även — i det stora hela — icke mindre betydelsefulla överensstämmelser de olika figurerna emellan. Framförallt kunna vi konstatera, att någon lineär korrelation mellan torrsubstanshalten å ena sidan och levande resp. felfria plantor, planthöjd eller barrlängd å andra sidan icke föreligger. Kurvorna utmärka sig i regel av ett mer eller mindre abrupt fall vid underskridande av en viss torrsubstanshalt, som ligger högre ju nordligare ytan är belägen.

Ett studium av läget av dessa kurvornas hastigare fall i jämförelse med läget av den punkt, som representerar ytornas hemmaproveniensen, är av stort intresse. Ytornas hemmaproveniensen kunna vi då endera låta representeras av den hemorten närmaste proveniensen, eller också — på sätt som senare (sid. 357) meddelas — beräkna torrsubstanshalten för de tre ytornas hemmaprovenienser. I första fallet kunna som hemmaprovenienser betraktas nr 319 Gyltige för Tönnersjöheden, nr 323 och 324 för Kulbäcksliden, samt nr 267 Storbacken för Gällivare, ehuru sistnämnda proveniens med all säkerhet är något för sydlig. Beräkna vi torrsubstanshalten för var ytas hemmaproveniensen erhålla vi följande värden: för Tönnersjöheden 35,6 %, för Kulbäcksliden 39,1 % och för Gällivare 40,6 %; dessa värden är angivna genom tvärstreck över resp. kurvor å figurerna.

Betrakta vi de heldragna kurvorna finna vi, att hemmaproveniensen ligger ovanför och till höger om kurvornas hastiga fall vad beträffar Gällivare och Kulbäcksliden. Vad åter Tönnersjöheden angår finna vi hemmaproveniensen just å kurvornas brantaste del, jfr fig. 15—18. Detta skulle då närmast betyda, att användande av en förhållandevis något sydligare proveniens skulle medföra avsevärt större risker i södra Sverige än i Norrland.

Om vi emellertid granska kurvorna för Tönnersjöheden, finna vi läget av dessa för torrsubstanshalter mellan 34 och 36 % till stor del betingad av försöksresultaten av tvenne provenienser, nr 251 Karsholm och 342 Värnanäs. Den förstnämnda av dessa härstammar från ett ursprungligen kultiverat bestånd. Torrsubstanshalten har visserligen visat sig vara tämligen precis den man kunde vänta för ett spontant bestånd (jfr tab. 32) och antagligen är kulturen utförd med frö från närliggande skogar (jfr nedan sid. 360). Då denna proveniens emellertid icke förekommer på någon av de övriga ytorna torde det vara rättast att här helt bortse från densamma.

342 Värnanäs härstammar däremot från äldre, spontana träd. Dessa växa emellertid i sin hemtrakt under avsevärt andra klimatförhållanden än å Tönnersjöheden. Trakten söder om Kalmar utmärkes lika mycket av sin för svenska förhållanden extremt låga humiditet, som Tönnersjöhedstrakten av sin höga humiditet<sup>1</sup> (HESSELMAN 1932); därmed kan möjligen den stora

<sup>1</sup> Även Karsholm ligger i en avsevärt mera arid trakt än Tönnersjöheden, om den än icke i detta avseende är fullt jämförbar med Kalmartrakten.

mottaglighet för tallskyttesvampen sammanhånga, som å Tönnersjöheden och även vid Experimentalfältet utmärkt denna proveniens (jfr sid. 327). då maritima provenienser, såsom tall från Skottland (jfr t. ex. HOLLGREN 1899, MAYR 1911) och tall från norska Vestlandet, visa en påfallande hög resistens mot denna parasitsvamp. Det finnes därför anledning att även i fråga om denna proveniens tillmäta resultaten å Tönnersjöheden en mindre vikt.

I detta fall är det dock lyckligtvis möjligt att ersätta dessa resultat med andra värden. Samma proveniens, 342 Värnanäs, har nämligen planterats å ytterligare trenne ytor belägna utefter Västkusten (jfr nedan). Å dessa ytor har avgången till följd av tallskytteangrepp varit avsevärt lägre, då på grund av det större plantavståndet infektionsrisken varit mindre. Å samma tre ytor förekomma ytterligare 8 provenienser av de å Tönnersjöheden utskolade. Det är därför möjligt att omräkna det resultat Värnanäs-proveniensen i medeltal givit å de tre ytorna till ett värde motsvarande det genomsnittliga resultat dessa 8 provenienser givit å Tönnersjöheden. Utföres en sådan beräkning erhålla vi för Värnanäs de å fig. 15—17 med kvadrater betecknade värdena. Dragas kurvorna sedan med hänsyn till dessa nya värden, och med bortseende från de värden som å Tönnersjöheden erhållits för 342 Värnanäs såväl som för 251 Karsholm, erhålla de ungefär det förlopp, som angivas av de streckade kurvorna å figurena.

Vid jämförelse med resp. kurvor för Kulbäcksliden och Gällivare framgår, att förloppen av de streckade kurvorna för Tönnersjöheden te sig mera i harmoni med de förstnämnda. Jag anser mig därför ha anledning att betrakta de streckade kurvorna som de mera verklighetstrogna, och kommer i det följande att uteslutande taga hänsyn till dessa.

Även enligt dessa streckade kurvor kommer emellertid hemmaproveniensen att i fråga om Tönnersjöhedskurvan ligga på den fallande delen. Detta förhållande torde dock vara att betrakta som fullt normalt, då det synnerligen väl verifieras av det material, som publicerats av SAMOFAL (1925). SAMOFAL (jfr även WIEDEMANN 1930) redogör för resultaten av synnerligen omfattande proveniensförsök i Ryssland förlagda till orterna Leningrad ( $60^{\circ}$  N. br.) och Tschernigow ( $51^{\circ} 52'$  N. br.), vilkas försöksresultat meddelas tabellvis. Om dessa tabellvärden återgivas i diagram erhållas utjämningslinjer, som väl överensstämmer med motsvarande linjer å fig. 15, 16 och 17. SAMOFAL har för de olika använda provenienserna endast angivit guvernementets namn och dessutom härstamningsortens nordliga bredd. Som i nästa kapitel kommer att närmare påvisas, råder emellertid ett nära samband mellan härstamningsortens nordliga bredd och torrsubstanshalten hos fröplantorna. Då jag icke haft möjlighet att sätta revisionsresultaten av de ryska försöken i relation till torrsubstanshalten hos använda tallprovenienser, har jag istället jämfört desamma med härstamningsorternas latitud.

Fig. 19 åskådliggör således sambandet mellan procentuella antalet kvarlevande 4-åriga tallplantor av 112 ryska provenienser utplanterade vid Leningrad. De ofyllda cirklarna återgiva de enskilda proveniensernas plantprocenter; de fyllda kvadraterna representera medeltalen för samtliga provenienser, som härstamma från var förekommande breddgrad ( $40^{\circ} 0' - 40^{\circ} 59'$ , o. s. v.), varvid medeltal av procent kvarlevande plantor såväl som av nordlig bredd beräknats. Med ledning av dessa medelvärden har sedan den utjämnande linjen dragits. Inom europeiska Ryssland ha icke provenienser sydligare

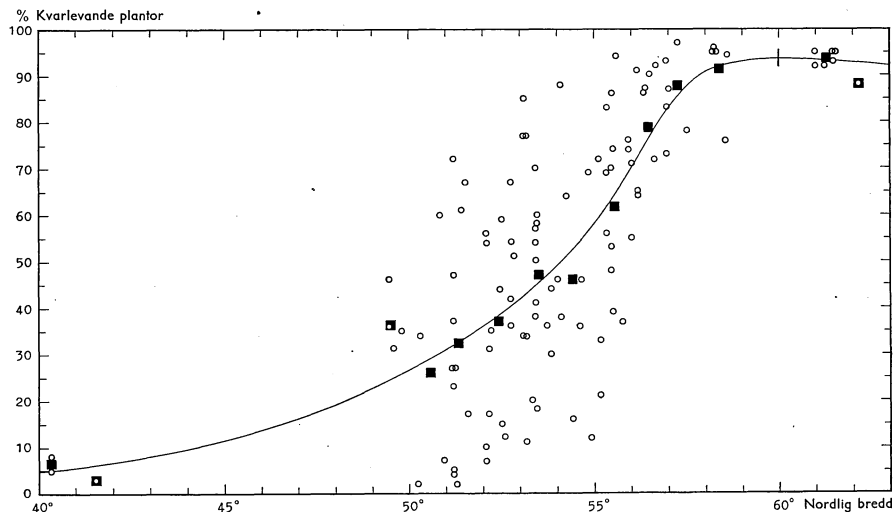


Fig. 19. Sambandet mellan procentuella antalet kvarlevande 4-åriga tallplantor av 112 olika provenienser och dessas nordliga bredd. Försöksyta vid Leningrad. efter SAMOFAL (1925, tab. 3). ■ = medeltal av samtliga provenienser från trakten mellan tvenne breddgrader. | = försöksytans breddgrad,  $60^{\circ}$  N. br. Zusammenhang zwischen der Zahl der verbliebenen 4-jährigen Kiefernpflanzen von 112 verschiedenen Provenienzen (in %) und deren nördlichen Breite. Versuchsfläche bei Leningrad, nach SAMOFAL (1925, Tab. 3). ■ = Mittel für sämtliche Provenienzen aus Gebieten zwischen je 2 Breitengraden. | = Breitengrad der Versuchsfläche  $60^{\circ}$  n. Br.

än Poltava kommit till användning; de tre sydligaste härstamma från Kaukasus — ett område, som tyvärr icke är representerat i mitt eget material. Vid en jämförelse med fig. 15 framträder likheten i utjämningslinjernas förlopp: Leningradkurvan företer en mellantyp mellan kurvan för Tönnersjöheden och kurvan för Kulbäcksliden. Denna mellanställning ger sig även tillkänna i »hemmaproveniensen» läge, som angivits med en tvärlinje över utjämningslinjen motsvarande planteringsytans nordliga bredd.

På samma sätt som fig. 19 visat antalet kvarlevande plantor, åskådliggör fig. 20 de friska 4-åriga plantornas höjd. En jämförelse med fig. 17 visar även i detta fall en mycket god överensstämmelse mellan resp. utjämningslinjer. Leningradkurvan erinrar i detta fall mest om kurvan för Kulbäcksliden.



liden; »hemmaproveniensen» ligger i båda fallen till höger om kurvornas hastigare fall. — Den i jämförelse med de svenska försöken påfallande stora spridningen å fig. 19—20 torde säkerligen kunna tillskrivas att planteringen av allt att döma utförts parcellvis och icke radvis.

Proveniensytor av något mindre omfattning anlades samtidigt även på andra orter, bl. a. vid Tschernigow ( $51^{\circ} 52' N$  bredd,  $33^{\circ} 31' O$  Greenw.). Ett studium av de å dessa båda ytor av samma provenienser uppnådda planthöjderna erbjuder ett stort intresse. Det framgår vid en jämförelse mellan

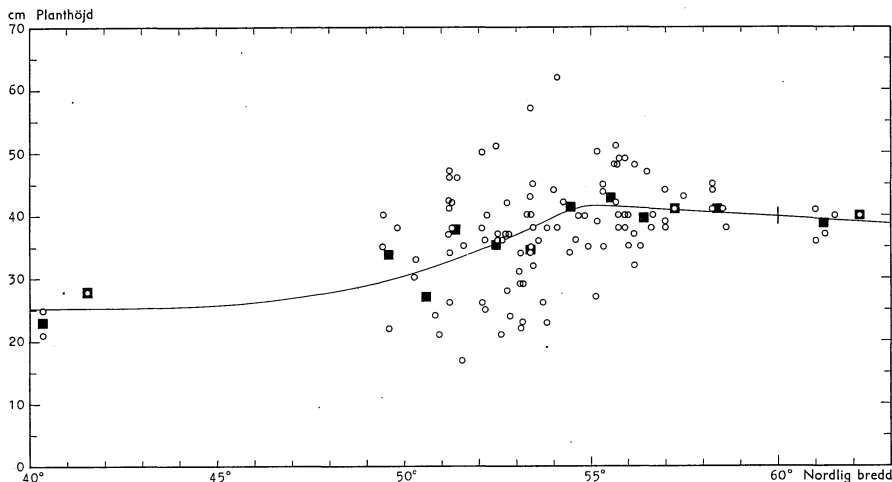


Fig. 20. Sambandet mellan höjden av 4-åriga tallplanter av 112 olika provenienser och dessas nordliga bredd. Försöksyta vid Leningrad efter SAMOFAL (1925, tab. 3). ■ = medeltal av samtliga provenienser fallande mellan tvenne breddgrader. | = försöksytans breddgrad,  $60^{\circ} N$ . br.

Zusammenhang zwischen der Höhe 4-jähriger Kiefernplanzen von 112 verschiedenen Provenienzen und deren nördlichen Breite. Versuchsfläche bei Leningrad, nach SAMOFAL (1925, Tab. 3). ■ = Mittel für sämtliche, zwischen je 2 Breitengrade fallende Provenienzen. | = Breitengrad der Versuchsfläche,  $60^{\circ} n$ . Br.

fig. 21 och fig. 17, att de kurvor vilka utjämna planthöjderna för Leningrad (•) resp. Tschernigow (○) synnerligen väl överensstämmer med motsvarande kurvor för Kulbäcksliden (+) resp. Tönnersjöheden. För Leningrad ligger —lik— som å fig. 20 — »hemmaproveniensen» till höger om kurvans kulmen, men beträffande Tschernigow till vänster om kurvans kulmen, på dess fallande del.

Betrakta vi slutligen även fig. 22, som återgiver sambandet mellan det procentuella antalet friska kvarlevande plantor vid Tschernigow och härstammnings- orternas nordliga bredd! Den utjämnande linjen visar här ett förlopp, som slående överensstämmer med Tönnersjöhedskurvan å fig. 16, och detta icke allenast med hänsyn till kurvornas allmänna förlopp, utan även beträffande läget av »hemmaproveniensen» — denna ligger i båda fallen avsevärt till vänster om kurvans kulmen. Någon tillfällighet kan knappast i båda fallen ha förorsakat samma läge hos utjämningslinjerna. De ryska försöken omfatta

för övrigt flera lika sydligt eller sydligare (vid Kiev) belägna ytor, vilkas revisionsresultat bestyrka Tschernigowkurvans förlopp, och därmed även det förlopp, som givits kurvan för Tönnersjöheden i dess vänstra del (jämför även nedan revisionsresultaten av 3 ytor å Västkusten).

De revisionsresultat, som av SAMOFAL meddelats från omfattande försök i Ryssland, överensstämman sålunda synnerligen väl med de resultat, som erhållits vid revisioner av planteringsytorna i norra och södra Sverige.

De ovan åsyftade ytorna, vilkas revisionsresultat för Värnanäs-tallarna omräknats till att gälla för Tönnersjöhedsytan, äro tre planteringsytor, som tack vare välvilligt bistånd från Skogssällskapet anlagts å vindexponerade lokaler vid Västkusten. Ytorna äro belägna vid Lerje (5—6 km norr om Göteborg), vid Esmared (c:a 5 km öster om Tönnersjöhedens försökspark) samt vid Torsakulla (11—12 km öster om Veinge). Vid Lerje är ytan belägen å gräsbunden mark, vid Esmared och Torsakulla å ljunghäls; å den sistnämnda ytan är ljunghäls mycket tät och inemot knähög, fig. 23.

Å dessa tre ytor planteras 10 proveniensers 2-årig oomskolad tall i förband  $2 \times 1,5$  m, samma vår som de först nämnda tre ytorna anlades. Planteringen skedde radvis i bestämd ordning, varvid iaktogs, att sydliga och nordliga proveniensers kommo att omväxla med var-

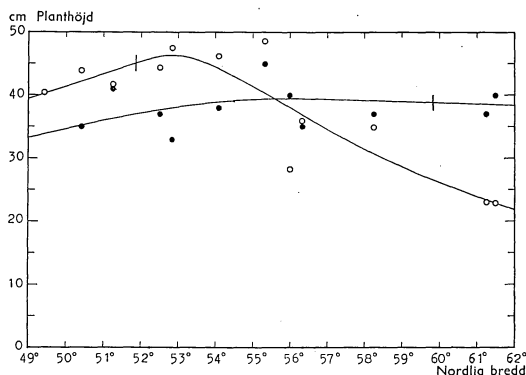


Fig. 21. Sambandet mellan höjden av 4-åriga tallplanter av olika proveniens och härstamningsorternas nordliga bredd, efter SAMOFAL (1925, tab. 16). • = Leningrad, 60° N. br., o = Tschernigow, 51° 52' N. br. | = resp. försöksytors nordliga bredd.

Zusammenhang zwischen der Höhe 4-jähriger Kiefernpflanzen verschiedener Provenienz und der nördlichen Breite der Herkunftsorte. Nach SAMOFAL (1925, Tab. 16). | = nördliche Breite der betr. Versuchsflächen.

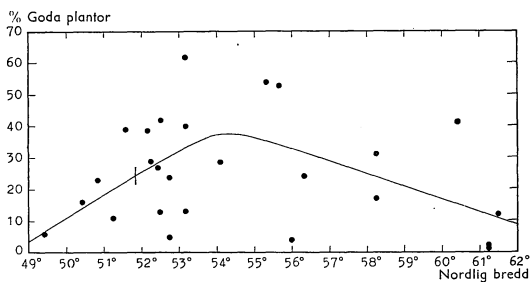


Fig. 22. Sambandet mellan procentuella antalet kvarlevande, friska 4-åriga tallplanter av olika proveniens och härstamningsorternas nordliga bredd. Försöksyta vid Tschernigow efter SAMOFAL (1925, tab. 6). | = försöksytans nordliga bredd, 51° 52'.

Zusammenhang zwischen der Zahl der verbliebenen, gesunden 4-jährigen Kiefernpflanzen verschiedener Provenienz (in %) und der nördlichen Breite der Herkunftsorte. Versuchsfläche bei Tschernigow, nach SAMOFAL (1925, Tab. 6). | = nördliche Breite der Versuchsfläche, 51° 52'.



Ur Stat. skogsförsöksanst. saml.

Foto av förf. 1934.

Fig. 23. Utsikt över försöksyta planterad med tall av olika proveniens vid Torsakulla i Halland. Ytan utgöres av mark beklädd med hög ljung — plantorna synas icke över ljungen, men deras plats utmärkes av luckor i ljungtäcket.

Blick auf die Versuchsfläche bei Torsakulla in Halland mit Kiefernpflanzungen verschiedener Provenienz. Die Fläche ist mit hoher Heidedecke bewachsen, die die Pflanzen überragt; daher sind nur die Pflanzstellen-Lücken in der Heidedecke erkennbar.

andra. Tab. 26 upptager de för planteringen använda provenienserna, de hösten 1931 resp. våren 1932 ävensom hösten 1934 kvarlevande plantornas antal, samt »normalvärdet» för proveniensernas torrsubstanshalt vid Experimentalfältet.

Resultatet av revisionerna hösten 1934, som beträffande ytorna vid Lerje och Torsakulla utförts genom Skogssällskapets tillmötesgående, för ytan vid Esmared av skogsmästare G. MELLSTRÖM, meddelas i tab. 27. Det framgår av medelvärdena för de tre ytorna, att det sämsta resultatet i fråga om såväl totala antalet kvarlevande plantor som antalet felfria plantor lämnats av provenienserna 342 Värnanäs, här likaväl som å ytan vid Tönnersjöheden. Se vi på resultatet för var yta för sig, finna vi, att samma härstamning av tall lämnat genomgående det minsta procentuella antalet felfria plantor å alla tre ytorna. Det bästa resultatet i fråga om totala antalet kvarlevande plantor har den allra nordligaste provenienserna, 452 Tranöy, givit, det bästa resultatet i fråga om felfria plantor provenienserna med den näst högsta torr-

Tab. 26. Förteckning på de för plantering av västkustytorna använda tallproveni-  
enserna, jämte antalet levande plantor hösten efter planteringen samt efter ytter-  
ligare 3 år.

Verzeichnis der für Bepflanzung der Westküstenflächen verwendeten Kiefernproveni-  
enzen nebst der Zahl der lebenden Pflanzen im Herbst nach der Pflanzung (1931)  
sowie nach weiteren 3 Jahren.

Num- mer	Proveniens	Torrsubstans- halt »Nor- malvärden» Trockensub- stanzhalt »Normalverte»	Lerje (57° 45' N. br.)		Esmared (56° 43' N. br.)		Torsakulla (56° 35' N. br.)	
			1931 <sup>1</sup>	1934	1931	1934	1931	1934
452	1 Tranöy.....	41,5	171	153	349	315	336	273
271	1 Lappträsk.....	39,9	172	170	322	269	288	219
454	2 Skjomen.....	39,6	330	311	702	537	551	400
332	1 Njurunda.....	38,8	171	162	363	308	290	231
325	1 Hällnäs.....	38,8	178	165	333	274	298	236
341	2 Grimsten.....	36,7	292	285	690	474	560	392
456	1 Gloppen.....	36,7	151	140	376	305	283	191
458	2 Svanöy.....	36,5	313	304	708	568	634	521
319	2 Gyltige.....	36,2	300	285	685	465	519	341
342	2 Värnanäs.....	34,9	296	278	690	466	490	316
Summa plantor			2 374	2 253	5 218	3 981	4 249	3 120

<sup>1</sup> Revisionen hann icke anställas förrän den 14 jan. 1932.

Die Revision konnte erst am 14.1. 1932 ausgeführt werden.

substanshalten, 271 Lappträsk. Den sistnämnda utmärkes samtidigt av den lägsta planthöjden, medan det bästa resultatet beträffande höjden lämnats av 319 Gyltige, som å dessa ytor närmast torde motsvara en »hemmaproveni-  
ens».

Det förefaller i förstone rätt egendomligt att finna de högnordiska provenienserna lämna de bästa resultaten beträffande antalet levande såväl som felfria plantor, då man med ledning av kurvorna för Tönnersjöhedsytan närmast skulle vänta lägre värden för dessa i jämförelse med provenienser av mindre utpräglad nordlig härstamning. Anledningen till denna avvikelse kunna vi finna dels däruti, att de å västkustytorna använda nordliga provenienserna äro desamma, som även å Tönnersjöhedsytan givit förhållandevis gott resultat, dels däruti, att klimatförhållandena å dessa tre vindexponerade ytor säkerligen kan betraktas som strängare än vid Tönnersjöheden, där ytan ligger i ett skyddat, solexponerat läge. Att döma av erfarenheter från Tyskland (jfr WIEDEMANN 1930 samt ovan sid. 317) vore det att vänta, att förhållandena i en framtid komma att omkastas; här kan dock påpekas befintligheten av mycket vackra ungtallar av jämtländsk härstamning i Halland nära Krogsered (fig. 35), samt den vackra tallskogen å Tönnersa sand vid Lagans utlopp, vilken ursprungligen uppdragits genom sådd av kott från Värmland; en mindre plantering vid Experimentalfältet av tall från Norrbotten visar ännu efter 24 år en vacker stamform.

Tab. 27. Sammanställning av resultaten av revisionerna vid Lerje, Esmared och Torsakulla hösten 1934.

Zusammenstellung der Revisionenergebnisse bei Lerje, Esmared und Torsakulla im Herbst 1934.

Num- mer	Proveniens	Levande plantor 1934 % av levande 1931 Lebende Pflanzen 1934 % von lebenden 1931			Felfria plantor 1934 % av levande 1931 Fehlerfreie Pflanzen 1934 % von lebenden 1931			Plantornas höjd Pflanzenhöhe cm			Medeltal för de tre ytorna Mittel für die drei Flächen		
		Lerje	Esmared	Torsa- kulla	Lerje	Esmared	Torsa- kulla	Lerje <sup>1</sup>	Esmared	Torsa- kulla	Levande Lebende	Felfria Fehlerfreie	Höjd <sup>2</sup> Höhe
452	Tranöy . . . . .	89,5	90,3	81,3	61,4	55,3	28,9	20,2	15,2	15,9	87,0	48,5	74,5
271	Lapträsk . . . .	98,8	83,5	76,0	69,8	59,0	33,0	18,7	14,1	13,0	86,1	53,9	66,1
454	Skjomen . . . .	94,2	76,5	72,6	47,3	49,1	26,9	18,7	13,9	14,8	81,1	41,1	68,9
332	Njurunda . . . .	94,7	84,8	79,7	56,1	53,4	24,1	36,7	18,7	24,4	86,4	44,5	112,6
325	Hällnäs . . . . .	92,7	82,3	79,2	57,3	52,0	38,9	25,7	17,4	15,8	84,7	49,4	84,2
341	Grimsten . . . .	97,6	68,7	70,0	48,6	41,6	26,1	36,9	20,4	21,7	78,8	38,8	111,4
456	Gloppen . . . .	92,7	81,1	67,5	49,0	47,9	26,5	34,1	22,6	23,0	80,4	41,1	114,2
458	Svanöy . . . . .	97,1	80,2	82,2	47,0	43,4	31,1	36,2	24,2	26,3	86,5	40,5	124,8
319	Gyltige . . . . .	95,0	67,9	65,7	56,0	46,9	27,2	38,7	24,3	25,9	76,2	43,4	127,1
342	Värnanäs . . . .	93,9	67,5	64,5	38,5	40,4	22,0	38,7	21,1	22,8	75,3	33,6	116,3

<sup>1</sup> Plantornas höjd vid Lerje mätt i fallande dm.

Pflanzenhöhe bei Lerje gemessen in dm, nach unten Abgerundet.

<sup>2</sup> Höjden angiven i % av medellängden.

Höhe in % der Mittellänge.

Beträffande orsaken till plantavgången kan här endast meddelas, att å de båda nordligaste ytorna, vid Gällivare och å Kulbäcksliden, synes snöskytte i stor utsträckning vara dödsorsaken, varvid säkerligen förflyttningen till ett för de sydligare provenienserna ogynnsamt klimat i motsvarande mån bidragit till bristande motståndskraft. Olika proveniensers förhållande till denna svamp synes ej så mycket variera i fråga om mottagligheten, men de nordliga provenienserna överleva angrepp i avsevärt större utsträckning än sydligare. Antalet överlevande plantor å dessa båda ytor kommer därför att i viss mån motsvara resistensen mot angrepp av snöskyttesvampen, *Phacidium infestans*.

Plantorna å ytan vid Skällås å Tönnersjöheden ha rätt svårt angripits av tallskyttesvampen, *Lophodermium pinastri*. Ovan har redan anmärkts den påfallande stora mottagligheten hos Värnanäs-proviniensen, vilken satts i förbindelse med dess härstamning från ovanligt arid trakt. Mottagligheten är nämligen förhållandevis låg hos utpräglat maritima provenienser. Ehuru nordliga provenienser i regel visa hög resistens mot ifrågavarande parasit-svamp, torde man icke utan vidare kunna sätta resistensen i samband med torrsustanshalten och den fysiologiska variabilitet, köldhårdigheten visar. Beträffande höstsädens övervintring i Skåne har det framkommit, att denna visserligen till största delen betingas av resistens mot midvinterkölden, men att en varierande motståndskraft mot snömögel även spelar roll; och denna skilda vetesorters olika resistens mot snömögel varierar oberoende av sorternas köldresistens (NILSSON-ÉHLE 1919). — Frekvensen av tallsytteangrepp å ytorna har icke registrerats.

Ett indirekt vittnesbörd om de skador tallskyttet förorsakat lämnar proviniensen 342 Värnanäs. Denna var redan vid utplanteringen rätt illa angripen — den var vid Experimentalfältet den mest angripna näst Ungern och Chorin, vilka av denna anledning tyvärr icke kunde tagas med i försöken — och antalet plantor decimerades även under den planteringen efterföljande sommaren (jfr tab. 23: ursprungligt plantantal c:a 500 st. per proviens och yta). Även å de tre västkustytorna utmärktes samma proviens av en jämförelsevis stor avgång under första sommaren, men sedan ha plantorna å dessa ytor bibehållit sig vida bättre än å Tönnersjöheden, utan tvivel till följd av den effektivare isoleringen plantorna emellan.

Anledningen till de nordliga proviensernas plantavgång och till de kvarlevande plantornas relativt dåliga växtform har icke kunnat bestämmas. Stammen är ofta upplöst i ett större antal grenar, hela plantan är krokig, buskformig och förkrympt; synbarligen föreligger en djupgående disharmoni mellan de yttre betingelser som plantan fordrar och de som erbjudas densamma på växtplatsen. Huruvida anledningen närmast kan vara att söka i förekomst av vårfroster, i en efter härstamningen varierande inställning till

Tab. 28. Barrfärgen å Tönnersjöhedsytan vid revisionen den 19—20 oktober 1934 uppskattad av skogsmästare G. MELLSTRÖM.

Nadelfarbe auf der Fläche in Tönnersjöheden bei der Revision am 19.—20. Oktober 1934.

Num- mer	Proveniens	Plantornas barrfärg Nadelfarbe der Pflanzen		
		Blågrön Blaugrün %	Grön Grün %	Gulgrön Gelbgrün %
452	Tranöy.....	—	7	93
450	Alta.....	—	4	96
451	Målselv.....	—	3	97
267	Storbacken.....	—	13	87
271	Lappträsk.....	—	13	87
269	Överkalix.....	—	12	88
454	Skjomen.....	—	13	87
323	Vindeln.....	—	39	61
324	Vindeln.....	—	33	67
288	Bodens revir.....	—	12	88
325	Hällnäs.....	—	31	69
322	Älvdalen.....	9	86	5
316	Siljansfors.....	11	89	—
457	Voss.....	59	41	—
341	Grimsten.....	19	80	1
456	Gloppen.....	12	88	—
320	Karlsby.....	68	32	—
458	Svanöy.....	66	34	—
319	Gyltige.....	76	24	—
321	Dalarö.....	30	68	2
251	Karlsholm.....	40	60	—
342	Värnanäs.....	8	91	1

dagslängden (jfr t. ex. LAMPRECHT 1928) och ljusförhållandena i övrigt — i polarområdet pågår fotosyntesen under högsommaren dag och natt (KOSTYTSCHEW, TSCHESNOKOW & BAZYRINA 1930), — eller i ytterligare någon annan faktor, exempelvis den nordligare provenienser utmärkande lägre resistensen mot sommartorka (jfr ovan sid. 310), det må här lämnas därhän.

#### Plantornas vinterfärgning.

Vid revisionen hösten 1934 gjordes ett försök att i grova drag uppskatta de olika proveniensernas barrfärg, i det att för var planta angavs endera av färgerna blågrön, grön eller gulgrön. En sammanställning av resultatet beträffande ytan å Tönnersjöheden återfinnes i tab. 28. Vi finna av de där anförda värdena, huru den gula vinterfärgen utmärker de nordligare provenienserna, medan den blågröna färgen endast förekommer beträffande de sydligare. De sydligare proveniensernas färgning beror icke endast av vinterfärgningen, utan torde till väsentlig del betingas av sommarfärgen, just emedan de icke eller endast i mindre grad vinterfärgas. Sommarfärgens variabilitet, som ovan

som hastigast berörts (sid. 295), torde visserligen även den vara för proveniensen utmärkande, men förefaller knappast följa någon tydlig tendens vad de sydligare provenienserna beträffa — om det icke skulle vara en viss ökad tendens till blågrön barrfärg hos provenienser hemmahörande i maritima klimat (de alltid blågröna provenienserna från Sydfrankrike och Spanien avses icke här).

Inom sydligare provenienser finna vi emellertid även gulgröna plantor — märk speciellt 342 Värnanäs. Detta torde bero på att icke friska individ av alla provenienser antaga mer eller mindre gul barrfärg. Svårigheten att vid en dylik uppskattning i fält av ett större antal olika nyanserade plantor och plantrader hela tiden bibehålla samma färgnorm får icke heller underskattas. Ur tabellen får därför icke utläsas några detaljer, utan endast den allmänna tendensen. Och den allmänna tendensen är i föreliggande fall ökad vinterfärgning samtidigt med ökad torrsubstanshalt, på samma sätt som ovan (fig. 14) fastställts en med stigande torrsubstanshalt vintertid fallande klorofyllhalt.

Tab. 29. Barrutvecklingens tidighet hos olika tallprovenienser inom två avdelningar av försöksytan å Tönnersjöheden.

Entwicklungsgeschwindigkeit der Kiefernadeln verschiedener Provenienzen in zwei Abteilungen der Versuchsfläche in Tönnersjöheden.

Proveniens	Antal undersökta plantor Zahl der untersuchten Pflanzen	Barrens medellängd i mm uppmätt den Mittellänge der Nadeln in mm am		Barrlängden den 3/6 i % av de utvuxna barrens längd Nadellänge am 3.6 in % der Länge der aus- gewachsenen Nadeln
		3/6 1935	19—20/10 1934	
Tranöy.....	65	11,1	25,5	43,6
Alta.....	46	12,0	23,9	50,0
Målselv.....	47	12,0	25,6	46,9
Storbacken.....	58	8,47	26,6	31,9
Lappträsk.....	60	9,72	27,0	36,0
Överkalix.....	56	9,00	26,3	34,2
Skjomen.....	60	9,68	25,6	37,8
Vindeln.....	47	8,11	31,8	25,5
Vindeln.....	49	7,88	31,9	24,7
Bodens revir.....	60	8,52	31,0	27,5
Hällnäs.....	43	8,12	32,3	25,1
Älvdalen.....	40	7,30	37,1	19,7
Siljansfors.....	40	6,23	37,2	16,8
Voss.....	40	6,50	38,6	16,9
Grimsten.....	55	5,87	43,0	13,7
Gloppen.....	42	5,69	35,3	16,1
Karlsby.....	35	6,14	49,0	12,5
Svanöy.....	45	6,67	40,5	16,5
Gyltige.....	40	6,23	48,2	12,9
Dalarö.....	39	5,49	46,5	11,8
Karsholm.....	40	4,38	45,4	9,6
Värnanäs.....	26	4,73	43,3	10,9



### Barrutvecklingens tidighet.

En egenskap, som är mycket karakteristisk för de nordligare provenienserna, är deras på våren tidigare började tillväxt. Detta förhållande har varje år kunnat konstateras i plantskolorna, likaväl som samma proveniensers tidigt på sensommaren avslutade tillväxt. De nordliga proveniensernas toppskott avslutas då alltid med en väl utvecklad knopp, medan de sydeuropei-

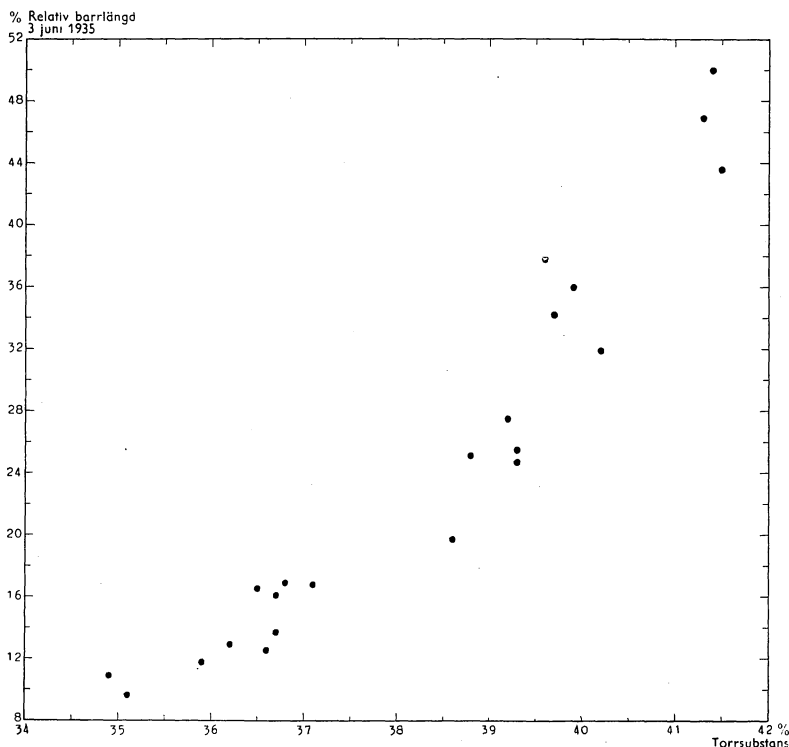


Fig. 24. Sambandet mellan olika tallproveniensers tidighet vid Tönnersjöheden, och deras torrsubstanshalt vid Experimentalfältet. Tidigheten av barrutvecklingen uttryckt genom barrlängden den 3 juni 1935 i förhållande till de utvuxna barrns längd hösten 1934, jfr tab. 29.

Zusammenhang zwischen der Zeitigkeit verschiedener Kiefernprovenienzen bei Tönnersjöheden und deren Trochensubstanzgehalt bei Experimentalfältet. Die Zeitigkeit der Nadelentwicklung ist durch die Nadelänge um 3. Juni 1935 im Verhältnis zu der Länge der ausgewachsener Nadeln im Herbst 1934 ausgedrückt, vgl. Tab. 29.

ska plantorna — årsplantorna — vanligen alls icke hinna utbilda någon sådan toppknopp, utan överraskas av höstens och vinterns kyla mitt i sin vegetativa utveckling, vilken då helt enkelt avstannar på det stadium den befinner sig.

Mätningar av graden av olika tidighet ha endast utförts å ytan å Tönnersjöheden, där barrlängden mättes den 3 juni 1935 å ett antal plantor av alla

där kultiverade provenienser. Barrlängden mättes å toppskottets övre del, dock icke intill spetsen. Endast till synes oskadade och friska plantor undersöktes. Resultaten av uppmätningen meddelas i tab. 29, där barrlängden meddelas dels i mm, dels i procent av de utvuxna barrrens längd föregående år, varjämte även meddelas den hösten 1934 uppmätta barrlängden för de avdelningar av ytan, som undersökningen omfattade. Sambandet mellan tidighet och torrsubstanshalt framgår av fig. 24; sambandet är som synes mycket starkt.

### SAMMANFATTNING.

Det är känt från tidigare proveniensförsök utom och inom Sverige, att tallplanter av olika härstamning skilja sig från varandra i fråga om övervintringsförmåga, växtform, tillväxthastighet, periodicitet, barrlängd, resistens mot svampangrepp etc., även då de uppdragas under samma yttre förhållanden. Detta har återigen kunnat verifieras, då plantor av provenienser, som vid Experimentalfältet utmärkas av olika torrsubstanshalt under höst och vinter, utplanterats inom klimatiskt olika delar av Sverige.

Det har då visat sig existera goda samband mellan å ena sidan torrsubstanshalten, å andra sidan plantavgången, plantornas kvalitet, deras höjd, barrlängd, vinterfärgning och periodicitet. Sambanden äro alltid goda, men växla till formen dels beroende på den ifrågavarande egenskapen hos plantorna, dels beroende på planteringsytans belägenhet.

Med den reservation, som följer av att det undersökta materialet endast representerar skandinaviska halvön, och att även dennas sydligaste delar äro rätt sparsamt representerade, kan följande slutsats uttalas:

Torrsubstanshalten är ett värde, lätt erhållet och karakteristiskt för tallplanter av olika proveniens, som uttrycker deras fysiologiska variabilitet, sådan denna visar sig i övervintringsförmåga, växtform, tillväxthastighet, periodicitet m.m.

## KAP. 6. SAMBANDET MELLAN TALLENS FYSIOLOGISKA VARIABILITET OCH HEMORTENS KLIMAT.

I de båda föregående kapitlen har visats, att torrsubstanshalten i barr eller årsplanter av tall är ett värde, som står i samband med olika tallproveniensers variabilitet, sådan denna framkommer såväl i olika halt av socker, extraherbara ämnen, totalkväve, »växttråd,» katalas, klorofyllhalt och barrfärg under höst och vinter som även i köldhärdighet, övervintringsförmåga till följd av härdighet och motståndskraft vid infektion av parasitsvampar, till-

växthastighet, växtform, periodicitet och barrform. Torrsubstanshalten kan därför — liksom givetvis vilken annan som helst av de nämnda varierande egenskaperna — användas som ett värde, uttryckande samma fysiologiska variabilitet. Anledningen till att just torrsubstanshalten utvalts för detta ändamål är, som inledningsvis framhållits, att den är relativt lätt bestämd, och att den kan bestämmas redan å årsplantor.

Föreligger nu ett sådant värde, som med större eller mindre grad av säkerhet fastställts för ett tillräckligt stort antal provenienser, så gives därmed även en möjlighet att angripa problemet om den fysiologiska variabilitetens samband med klimatförhållandena å resp. proveniensers hemorter. Ett försök att närmare undersöka detta samband beträffande tallen inom en begränsad del av dess utbredningsområde, skall i det följande framläggas.

Det ligger ju ytterst nära till hands att ställa den olika fysiologiska inställningen, sådan den visar sig som differenser i höjdtillväxt, köldhärdighet och periodicitet, i samband med det klimat, varifrån de från varandra skiljaktiga provenienserna härstamma. Så har även sedan länge gjorts, vilket bl. a. kan illustreras med det ovan (sid. 229) anförda yttrandet av PALMCRANTZ (1855). Någon större tvekan torde icke heller ha förelegat då man tilldelat temperaturförhållandena rollen såsom avgörande klimatafaktor; så mycket större diskussion har det istället varit rörande det sätt, varpå temperaturförhållandena lämpligen skola uttryckas, då de sättas i samband med växters utbredningsgränser eller med deras fysiologiska variabilitet.

En översikt av olika tillämpade system i det förra hänseendet faller helt utom föreliggande arbetes ram (jfr t. ex. GAMS 1931, HAGEM 1931). Man har med mer eller mindre gott resultat använt års- och månadsmedeltemperaturer, medeltemperaturer för vissa kombinationer av månader såväl som uttryck för olika temperaturgraders frekvens (jfr även LANGLET 1935). Då det gällt att sätta temperaturinflytandet i samband med t. ex. en viss växts tillväxt (t. ex. LEHENBAUER 1914, MACDOUGAL 1914), eller i övrigt att erhålla uttryck för temperaturens fysiologiska effekt, ha stundom mera invecklade beräkningssätt tillgripits (jfr LIVINGSTON & SHREVE 1921, BĚLEHRÁDEK 1935); här skall endast framhållas den »physiological temperature efficiency» PEARSON (1931) beräknat med utgång från 2-timmarsintervall; FEDEROV (1936) räknar med frekvensen av olika väderlekstyper, som sammanföras i grupper allt efter deras mer eller mindre gynnsamma resp. ogynnsamma inflytande.

I ett fall som det föreliggande, då avsikten är att sätta den fysiologiska variabiliteten i samband med klimatförhållandena å ett större antal olika undersökta proveniensers hemorter är det givetvis av fördel att kunna begagna ett möjligast enkelt beräkningssätt för att bringa temperaturens inflytande till uttryck. Något annat är för övrigt praktiskt taget uteslutet

redan av den anledningen, att vår kännedom om temperaturförhållandena å själva insamlingsplatserna för fröet i de flesta fall är grundad på uppskattning. Då vi sålunda icke exakt veta, varken huru temperaturförhållandena skola uttryckas för att motsvara deras inverkan på ett så sammansatt komplex som den fysiologiska variabiliteten utgör, och icke heller ha möjligheter att erhålla detaljerad kännedom om temperaturen å fröinsamlingsplatserna, så inses, att man icke kommer längre än till en mer eller mindre grov approximation, vilken temperaturfaktor man än för angivet ändamål beräknar med ledning av tillgängliga meteorologiska uppgifter.

Klimatets inflytande kan förutsättas framför allt göra sig gällande genom sommarens längd och värme, samt genom vinterns längd och kyla. Stort inflytande torde vidare vara att tillägga tidpunkten för inträffande av såväl höstfroster som våfroster. De förra bliva särskilt ödesdigra för sydliga, längre tillväxande provenienser, vilka först sent äro i stånd att uppnå erforderlig härdning samt ingå i vintervilotillstånd. Skador genom vårfrost torde kunna drabba nordliga och kontinentala provenienser, då dessa skjuta relativt tidigt (jfr sid. 330); detta har dock icke i samband med dessa undersökningar fastställts. BURGER (1926) har däremot visat, att tidpunkten för tillväxtens begynnande i stor utsträckning modifieras av de yttre förhållandena, medan däremot tillväxttiden förefaller att bibehållas tämligen opåverkad under de första årtiondena åtminstone. Under sådana omständigheter, och i betraktande av tidsmomentets stora betydelse för plantornas uppnående av »mognad», ligger det närmast till hands att såsom utmärkande för klimatinflytandet sätta ett varaktighetstal motsvarande vegetationsperiodens längd.

I själva verket har granens fysiologiska variabilitet satts i samband just med vegetationsperiodens längd redan av CIESLAR (1895). ÖRTENBLAD (1898) framhåller såsom ärftlig »längden av den växttid, trädet i överensstämmelse med sommarens längd å sin hemtrakt haft», i enlighet varmed norrländska tallar vid Stockholms breddgrad avsluta sin normala längdtillväxt redan i augusti, under det att norrut förflyttade plantor alls icke hinna fullborda sin tillväxt eller bliva sent färdiga med densamma. Vegetationstidens längd å hemorten bestämmer enligt MÜNCH (1923) tillväxthastigheten hos olika provenienser av *Pseudotsuga Douglasii*, medan hemortens sommarvärme synes vara av mera underordnad betydelse. HAGEM (1931) betonar i sin redogörelse för de omfattande naturaliseringsförsöken med amerikanska trädslag å norska Vestlandet likaledes betydelsen av vegetationsperiodens längd lika väl som sommarens värme, ehuru han samtidigt framhåller, att överhuvud taget sambandet mellan proveniensen eller klimatrassen samt temperaturförhållandena icke tillräckligt studerats (jfr även KAIRAMO 1926).

Vad särskilt beträffar sambandet mellan tallens variabilitet och klimatet

å de olika proveniensernas hemtrakter, synes detta hittills hava varit och förblivit ett speciellt svenskt forskningsområde; detta icke av någon slump, utan på grund av befintligheten av de inledningsvis omnämnda SCHOTTE-WIBECKSKA proveniensförsöken. Dessa i sin tur planerades och utfördes i avsikt att pröva möjligheten av att i Norrland använda tallfrö av syd- och mellansvenskt ursprung; till följd av landets stora sträckning i norr och söder kom därvid frö att förflyttas till klimat, vida avvikande från hemtraktens, samtidigt som försökens omfattning medgävo prövande av frö även från trakter med klimat överensstämmande med planteringsortens.

I förbindelse med framläggande av revisionsresultat från denna försöks-serie uppställdes av WIBECK (1919) en indelning av Sverige i klimatzoner, följande årsmedeltemperaturens isotermer, vilka klimatzoner skulle åskådliggöra »fordran på klimatisk överensstämmelse mellan fröets insamlingsort och såddplatsen». I en fullständigare framställning påpekar WIBECK (1920), huru efter allt att döma det är den från söder förflyttade proveniensens otillfredsställda krav på längre vegetationsperiod för uppnående av tillräcklig mognad, som orsakar dess avgång å de nordliga försöksytorna. Omedelbart förorsakas avgången av de stränga höstfroster. WIBECK anser därför »den zonala fördelningen av tallens klimatraser» bäst motsvaras av höstmånadernas isotermer, kanske främst isotermerna för november, vilka ligga tätt och sålunda markera jämförelsevis stora temperaturskillnader även mellan närbelägna breddgrader. Som ett provisorium innan förhållandena närmare undersökts förordar dock WIBECK en indelning av landet i klimatzoner efter isotermerna för den årliga medeltemperaturen.

I den avhandling, där SCHOTTE (1923 a) publicerar resultaten från samtliga försöksytorna i samma proveniensförsök, framlägges en ny zonindelning, denna gång grundad på medeltemperaturen för 4-månadersperioden juni—september. SCHOTTES motivering därför är, att i första hand klimatet under själva vegetationsperioden torde vara avgörande för tallens normala utbildning för året. I förbigående framhåller SCHOTTE dock, att denna »medeltemperatur är visserligen ej fullt lämplig för att belysa ett biologiskt förhållande — antal vegetationsdagar av viss värme vore att föredraga — men ändå en rätt god indikator på klimatet».

Utgående från samma material, som legat till grund för SCHOTTES zonindelning, kommer ENEROTH (1926—27) till den slutsatsen, att man icke kan använda sig av isotermkartor för stationsnivå, utan måste begagna den till havets nivå reducerade temperaturen och med hjälp av höjdkarta sedan beräkna temperaturen på kottinsamlingsplatsen liksom på den tillärnade odlingsplatsen. Med tillhjälp av korrelationsberäkning kommer ENEROTH så till det resultatet, att per grad temperaturskillnad, på ovannämnt sätt beräknad för juni—september, kan minskningen i skogsodlingsresultat beräknas upp-

gå till c:a 35 % av det resultat, som kunde erhållas av frö från trakt med motsvarande temperatur överensstämmande med skogsodlingsplatsens. Till samma resultat kommer ENEROTH (1928) efter beräkningar å revisionsresultatet tre år senare.

ENEROTH har som nämnt använt sig av korrelationsräkning för att bestämma sambandet mellan klimatskillnad och skogsodlingsresultat, och, då det sistnämnda är beroende av de fysiologiska olikheterna mellan skilda provenienser, har han således i realiteten även påvisat samband mellan den fysiologiska variabiliteten och klimatet å fröinsamlingsplatserna. Som uttryck för klimatet har han prövat medeltemperaturen även för juli, september, oktober och november, med resultat, att korrelationskoefficienten blev lägst för juli, högst för november — jämför WIBECKS ovan anförda yttrande! Korrelationskoefficienten för juni—september faller mellan den för juli och den för september. Närmast till hands läge då, att lägga novembertemperaturen till grund för zonindelningen, vilket ENEROTH dock icke gör, enär den temperatursänkning med stigande höjd, varmed ENEROTH räknat (WILD 1881) för november månad ger omöjliga värden.

WIBECK (1929) kritiserar SCHOTTES zonindelning, delvis med hänsyn till befintliga möjligheter att bestämma vegetationsperiodens längd eller erhålla därmed jämförliga värden (HAMBERG 1918, ERIKSSON 1920), men fasthåller dock vid sin zonindelning efter årsmedeltemperaturen, ENEROTH (1930) framhåller särskilt den betydelse en nivåförflyttning innebär i klimathänseende, och vilken icke kommer fram tillbörligt vid beräkningar utgående från årsmedeltal. Han betonar även bristfälligheten av WILDS temperaturgradienter (jfr JOHANSSON 1927 samt BÄCKMAN 1927), samt framhåller, att WIBECK icke beräknat den verkliga årsmedeltemperaturen.

WIBECK (1930—31, 1931) jämför ännu en gång sin och SCHOTTE-ENEROTHS zonindelning, påpekande, att han fullt avsiktligt räknat med årsmedeltemperaturen samt en gradient av  $0,5^{\circ}$  per 100 m höjddökning. Detta är konsekvent, då han icke avsett att utgå från den verkliga årsmedeltemperaturen, utan endast att erhålla en enkel zonindelning, som tillfredsställer revisionsresultaten för alla provenienser. Som zonindelning är denna överlägsen den på sommartemperaturen grundade indelningen (jfr WIBECK 1930—31 fig. 4 och 5), vilket avgöres av ett fåtal »systemskiljande» provenienser. Anledningen till den på årsmedeltemperaturen och en gradient av  $0,5^{\circ}$  grundade zonindelningens överlägsenhet är att den nordliga bredden bättre kommer till uttryck än vid en zonindelning grundad å sommartemperaturen.

Någon anledning att här närmare upptaga dessa zonindelningssystem till jämförelse torde knappast föreligga. ENEROTH (1930) för sin del framhåller särskilt, att »alla medeltemperaturer icke själva äro orsak, utan endast visa en mer eller mindre hög grad av samvariation med de kausala klimatfaktorerna»

— sin egen beräkningsmetod såväl som alla andra betraktar han därför som provisorier, tills dess att klimatfaktorer blivit funna, som bättre än medeltalen av juni—septembertemperaturen återspegla de verkligt bestämmande klimatfaktorerna.

Vilka dessa faktorer äro veta vi icke. En tämligen allmän åsikt utpekar vegetationsperiodens längd som avgörande faktor, varjämte ENEROTH erhållit goda samband vid beräkningar utgående från juni—septembertemperaturen. Då emellertid sommartemperaturen icke inom Sverige visar några påfallande stora variationer från trakt till trakt — bortsett från det inre av Norrland — kommer juni—septembertemperaturen att i rätt hög grad påverkas av temperaturen under juni och september, varför även detta uttryck för klimatet i icke ringa mån kommer att svara mot vegetationsperiodens längd. Betydelsen av denna faktor understrykes ytterligare av de ännu bättre samband ENEROTH erhöi vid användande av medeltemperaturerna för november eller oktober. Vid val av temperaturfaktorer stod det därför tämligen klart för mig, att någon av de faktorer som kunde ifrågakomma måste uttrycka även vegetationsperiodens längd (jfr även LANGLET 1929 b).

## Undersökning av sambandet mellan tallens fysiologiska variabilitet och klimatet.

### Plantmaterial.

För att erhålla tillräckligt material för ett regionalt studium av tallens — och även granens — fysiologiska variabilitet anställdes våren 1931 en insamling av kott. Anhållan om ombesörjande av insamling utgick till samtliga bevakningstrakter i landet. Trots dålig kottsättning i norra Sverige erhöi dock 345 tallprovenienser, som gävo tillräckligt plantuppslag för ändamålet. Genom kompletterande kottinsamlingar utförda av skogsvårdsstyrelser samt enskilda, erhöiios sammanlagt 582 provenienser. Frömaterialet blev tyvärr icke färdigt för sådd förrän den 15 juni, då det även utsåddes vid Experimentalfältet. Sådden verkställdes i 1 meter långa rader med ett inbördes avstånd av 1 dm. Vid midsommartiden visade sig plantorna ovan jord, och senare utvecklades de gynnsamt. Inom en del av plantskolan kom infektion av tallskytte att äga rum från närstående äldre plantor, dock blev angreppet lyckligtvis rätt lokalt.

Provintagningen ägde rum under två perioder, dels under tiden den 5—17 oktober, dels den 16—28 november. Av samtliga provenienser intogos i båda serierna dubbelprov, varvid till det ena provet fördes de större, till det andra de mindre i det intagna provet befintliga plantorna. För var serie beräknades sedan medeltal av dubbelproven. Dessa medeltal korrigerades först och främst för vattenupptagning under provinläggningen (jfr ovan sid. 255). Under no-

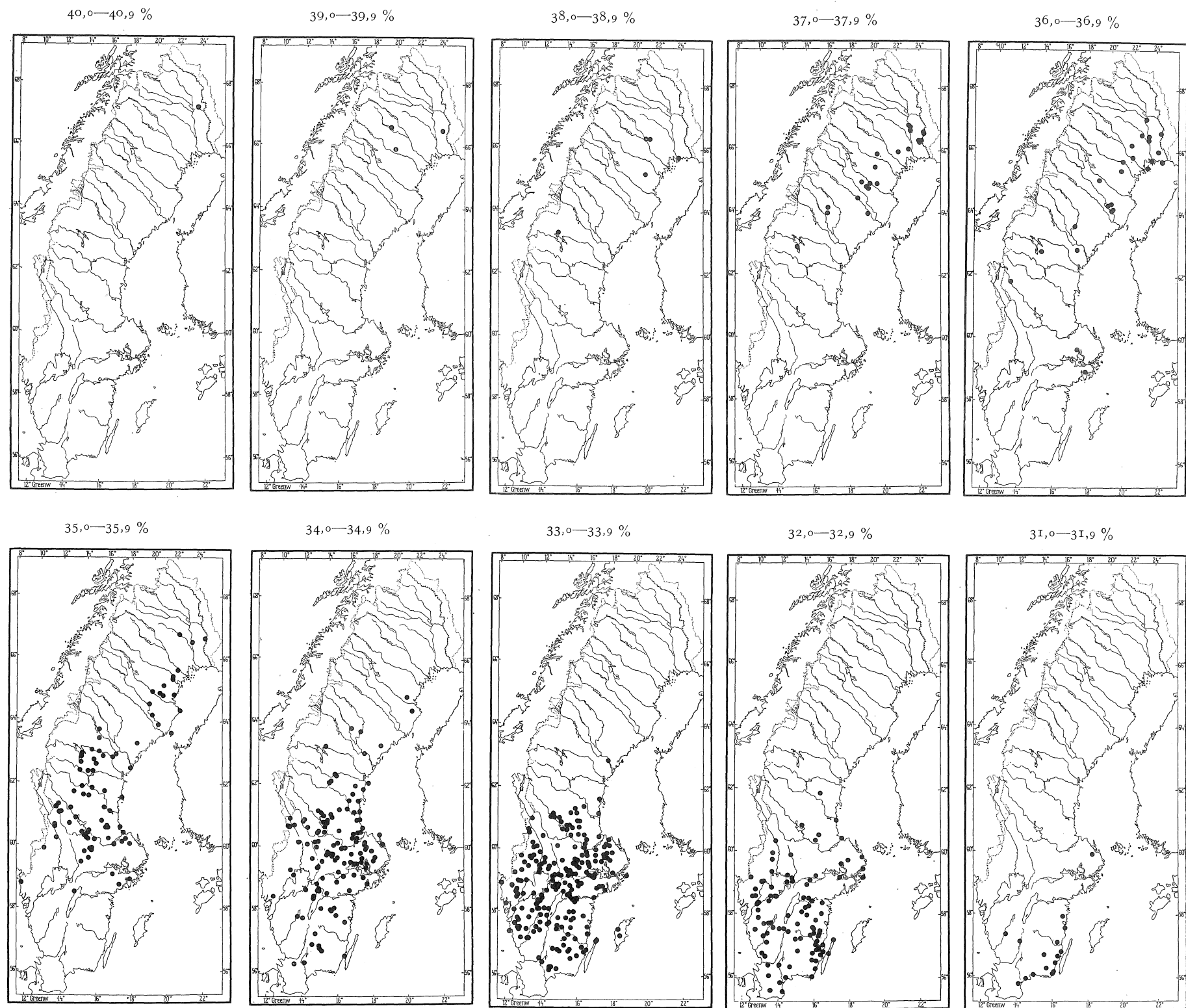


Fig. 25. Torrsubstanshalten i årsplanter av tall härstammande från 582 lokaler inom Sverige. Kartorna angiva härstamningen av provenienser, vilka vid bestämning av torrsubstanshalten i de vid Experimentalfältet uppdagna plantorna hösten 1931 gävo de över resp. kartor angivna värdena.

Trockensubstanzgehalt einjähriger, aus 582 verschiedenen Orten Schwedens herstammender Kiefernpflanzen. In den Karten wird die Herkunft der Provenienzen angegeben, die die bei der Bestimmung des Trockensubstanzgehalts der bei Experimentalfältet aufgezogenen Pflanzen im Herbst 1931 erhaltenen und über den betr. Karten angeführten Werte geliefert haben.



vembersseriens intagning inlades var dag prov av vissa provenienser, varför de prov, som intagits under olika dagar kunde hänföras till en och samma torrsubstanshalt-nivå. När så skett, beräknades medeltal av torrsubstanshalten för samtliga under en och samma dag intagna prov. Då vid intagningen av proven under de båda serierna ordnats så, att praktiskt taget samma provenienser inlagts under en dag, kunde oktoberproven föras till samma nivå som novemberproven genom att korrigera varje oktobervärde med differensen mellan oktoberdagens och motsvarande novemberdags medelvärden. Det framgår av denna redogörelse, att någon korrektion av de enskilda värdena icke företagits, utan att använda dagkorrektioner tillämpats lika för alla under samma dag intagna (c:a 50) prov. Sedan på detta sätt samtliga under oktober såväl som november intagna prov hänförts till samma nivå, beräknades medeltalen av dubbelproven. För ett mindre antal prov, där novembervärdena till följd av skytteangrepp (18 st.) eller av annan anledning (2 st.) voro förryckta, ha oktobervärdena använts. Torrsubstanshalten har beräknats med en decimal.

För att i stora drag visa torrsubstanshaltens geografiska variabilitet har materialet fördelats efter torrsubstanshalt på 10 kartor,<sup>1</sup> fig. 25. Kartorna återgiva fröinsamlingsplatserna för de provenienser, vilkas torrsubstanshalt faller mellan 31,0—31,9 %, 32,0—32,9 % o. s. v. upp till 40,0—40,9 %. Det lägsta värdet är 31,1, det högsta 40,0 %.

Det framgår av kartorna, att mot högre torrsubstanshalt svarar ett i medeltal nordligare och kallare läge av fröinsamlingsplatserna. Som en sammanfattning av fördelningen har tidigare framlagts en karta över resultaten av novemberserien, där torrsubstanshalten angivits i medeltal för var ruta å kartan, bildad av en breddgrad och två längdgrader (jfr LANGLET 1934 a, 1934 b, 1935).

Man kunde ju låta sig nöja med den bild av variabiliteten dessa kartbilder giva — en från varmare till kallare trakter synbarligen tämligen jämnt tilltagande torrsubstanshalt. Då emellertid ett så pass stort material föreligger — närmare 600 provenienser — har jag ansett tillfället böra begagnas, att studera sambanden mellan variabiliteten och olika meteorologiska faktorer, jämte ståndortens geografiska belägenhet, uttryckt i dess nordliga bredd och höjd över havet.

### Meteorologiska faktorer.

För utförande av beräkningarna måste först för var proveniens de olika meteorologiska faktorer bestämmas, som skola anses känneteckna fröinsamlingsortens klimat.

<sup>1</sup> Å underlagskartorna, som erhållits från Stat. meteorol.-hydrogr. anst., är vattendelaren mot Finland och Norge angiven med prickad linje.

1. **Vegetationsperiodens längd.** I det föregående har framhållits, huru längden av den för tillväxten och skottens mognad till buds stående tiden är av största för att icke säga avgörande betydelse för köldhårdigheten och därmed övervintringen. Då det gäller att uttrycka vegetationsperioden blir det emellertid icke lätt att verkställa ett val; visserligen kunde man tänka sig att i beräkningen medtaga ett flertal uttryck för denna viktiga faktor, och därefter behålla det bästa. Mera tilltalande synes det mig dock vara att om möjligt på förhand söka få fram ett lämpligt uttryck, som om det även icke skulle vara den bästa av alla tänkbara eventualiteter dock kan väntas fylla rimliga anspråk.

Som SCHOTTE framhöll, vore det önskligt att använda dagantal med viss temperatur. Man har då att välja på endera frekvensberäkning enligt av ENQUIST (1929) tillämpad metod, eller den tidigare bl. a. av HAMBERG (1918) använda metoden, för erhållande av varaktighetstal. Enligt den senare metoden avläser man grafiskt det antal dagar, som den genom månadsmedeltalen dragna årskurvan befinner sig ovanför viss temperatur. Denna senare metod är givet att föredraga, enär månadsmedeltemperaturer finnas beräknade för ett stort antal meteorologiska stationer. Härtill kommer även, att några större differenser mellan de medelst de båda metoderna erhållna resultaten icke uppstå; detsamma gäller ifråga om val mellan medeltemperatur och extremtemperatur inom tillräckligt enhetliga klimatområden (LANGLET 1935).

Återstår då frågan om den medeltemperatur, över vilken dagantalet skall beräknas. HAGEM (1931) använder sig av dagantalet över  $+7,5^{\circ}$ , som utgör den temperatur, vid vilken björkens blad utvecklas. Han framhåller det mindre lämpliga att för ändamålet använda frostfri tid, dels emedan livsföreteelserna i närheten av  $0^{\circ}$  i det närmaste avstanna, dels emedan temperaturen i Västnorge alls icke eller endast korta tider sjunker under fryspunkten.

För mig har det varit naturligast, att låta materialet avgöra vilket gradtal, som lämpligen bör användas. För detta ändamål har jag begagnat de norska och svenska provenienser, vilkas torrsubstanshalter bestämts ett flertal gånger och här tidigare benämnts »normalvärden» (jfr tab. 32). Dessa torrsubstansvärden ha jämförts med dagantalen med medeltemperatur över  $\pm 0^{\circ}$ ,  $+2^{\circ}$ ,  $+4^{\circ}$ ,  $+6^{\circ}$ ,  $+8^{\circ}$ ,  $+10^{\circ}$  och  $+12^{\circ}$ . Det visade sig då, att vid val av dagantal överskridande de lägre gradtalen,  $\pm 0^{\circ}$ — $+4^{\circ}$ , erhöles en jämförelsevis stor spridning, särskilt beträffande provenienser med lägre torrsubstanshalt, medan vid val av högre temperaturer,  $+10^{\circ}$ — $+12^{\circ}$ , ävenledes en jämförelsevis stor spridning uppstod, denna gång särskilt märkbar i fråga om provenienser med högre torrsubstanshalt. Valdes däremot  $+6^{\circ}$  eller  $+8^{\circ}$ , så visade såväl nordliga som sydliga provenienser den minsta spridningen. Valet mellan dessa båda temperaturer föreföll mig tämligen betydelselöst; valet föll på en medeltemperatur av  $+6^{\circ}$ , då detta syntes mig giva en bättre

överensstämmelse med barrträdens antagliga vegetationsperiod. För t. ex. Experimentalfältet blir under de nämnda förutsättningarna periodens längd 166 dagar mellan 30 april och 13 oktober; skulle valet ha fallit å  $+ 8^{\circ}$  hade perioden blivit 144 dagar mellan 12 maj och 3 oktober.

Anledningen till att just dagantalet över  $+ 6$ — $8^{\circ}$  visade bästa sambandet med torrsubstanshaltens variabilitet, eller rättare sagt, anledningen till att övriga prövade medeltemperaturer lämnade sämre resultat behöver alls icke sökas i någon specifik fysiologisk betydelse av just dessa nämnda temperaturer. En nära till hands liggande förklaring finner man i de olika årskurvornas form. Väljer man en låg temperatur, så kommer man för nära den kallaste månadens medeltemperatur för de sydligt eller maritimt belägna orterna; en mindre differens i fråga om vintertemperaturen gör sig då gällande och kommer till uttryck som stor spridning mellan provenienser från samma trakter. Väljer man en hög temperatur kommer på samma sätt mindre differenser beträffande sommartemperaturen å de nordliga proveniensernas hemorter att visa sig som stor spridning för dessa sorter. Väljer man däremot en medelmåttig temperatur, som  $+ 6^{\circ}$  eller  $+ 7,5^{\circ}$  (HAGEM 1931), så skär temperaturlinjen årskurvorna på ett lämpligare sätt, nämligen på den uppåttigande vårsidan och på den sjunkande höstsidan, men kommer aldrig att tangera varken den övre eller nedre vändpunkten. Då kurvornas »vår» resp. »höstdel» även i allmänhet är tämligen rak, kan man utan att begå alltför stora fel finna datum för inträdande resp. upphörande av en normal dygnsmedeltemperatur av  $+ 6^{\circ}$  genom lineär interpolering, ett förhållande som i hög grad bidrager till förenkling av metoden.

I det nämnda tabellverket av HAMBERG (1918) meddelas data för 232 svenska meteorologiska stationer, jämte kartor över dagantalet med medeltemperatur uppnående eller överskridande varje jämnt gradtal. Dessa termoisokronkartor äro emellertid återgivna i liten skala, och äro alls icke tillräckligt detaljerade för att kunna användas för noggrannare bestämningar av det sökta gradtalet.

Det blev därför nödvändigt att söka komplettera det befintliga materialet. För detta ändamål har jag dels använt en del uppgifter om månadsmedeltemperaturer i ett tidigare tabellverk av HAMBERG (1907) för 14 orter, dels har jag tack vare välvilligt tillmötesgående från Statens meteorologiska-hydrografiska anstalt fått begagna en sammanställning över svenska stationers månadsmedeltemperaturer, utförd av och delvis publicerad av WALLÉN (1930) för 43 orter. Dessutom har jag med användande av tillgängligt meteorologiskt material — en del månadstemperaturer för åren 1933—34 ha förhandsberäknats vid Meteorologiska anstalten — beräknat till perioden 1859—1900 synkroniserade medeltemperaturer för ytterligare c:a 140 stationer. Allt som allt erhöles på detta sätt data för omkring 425 olika orter inom Sverige.

Beträffande dessa orters fördelning kan sägas, att ehuru södra delen av Sverige givetvis är bäst representerat, ha dock även i Norrland de bearbetade stationernas antal fördubblats (från 56 till 118). En del »vita fläckar» finnas visserligen fortfarande — Kronobergs län, Dalarna norr om 61° N. bredd, samt i Norrlands inland — men som underlag för en icke alltför detaljerad termoisokronkarta föreligger nödortfittigt material.

Kvaliteten hos det använda meteorologiska materialet torde närmast kunna betecknas som överraskande god; visserligen är det en del stationsvärden, som alls icke överensstämmer med värdena för närbelägna stationer — där ibland märkas framförallt Växjö, Nässjö, Silbodal, Karlskoga och Ope (enl. HAMBERG 1918), bland vilka sistnämnda ort visar ett lågt, samtliga övriga höga värden. Med de nu nämnda undantagen påträffas endast differenser rörande sig om ett fåtal dagar — ofta överensstämmer närbelägna stationer rent ut förbluffande väl, även om de endast varit igång kortare årsföljder. Det förefaller, att döma av det av mig bearbetade materialet, som skulle redan en femårsperiod vara tillräcklig för att medgiva en nöjaktig uppfattning om längden av en period med normal medeltemperatur uppnående och överstigande exempelvis + 6°, såframt en eller helst ett par goda jämförelsestationer finnas. I några fall ha även stationer, vilka endast varit igång under ett enda år lämnat data, väl överensstämmande med värden för kringliggande stationer, sedan de reducerats att gälla samma tidsföljd.

De omkring 420 användbara stationerna äro trots sitt antal alltför spridda för att inom Sveriges nordligare och mera kuperade delar tillåta någon detaljerad kartläggning. För mitt ändamål behövdes dock en så detaljerad kartbild som möjligt. Det fanns då bara en utväg, nämligen att undersöka om möjligen termoisokronerna följa höjdkurvorna. En karta uppgjordes på så sätt, att de utsatta stationsvärdena fingo bestämma termoisokronernas lägen så långt möjligt var, men mellan stationerna fingo termoisokronerna följa landformerna i stort. Det visade sig snart under kartans utarbetande, att metoden tydligen lämpade sig väl för ändamålet; drogos termoisokronerna med ledning av landformerna, så kommo de oftast att falla på lämpligt sätt i förhållande till data för de stationer de passerade. En och samma termoisokron höjde sig därvid alltmera ju längre söderut den drogs. På så sätt upprättades den här meddelade kartan över antalet dygn med normal medeltemperatur av + 6° och däröver, fig. 26.

Det är att märka, att landformerna väl följts mellan olika stationer, men att icke på grund av landformerna termoisokronerna fått bilda några »öar» kring än så markerade höjder där meteorologiska stationer saknats. Jag har istället sökt draga termoisokronerna sammanhängande, dels för att underlätta kartans läsning, dels för att icke giva den sken av att vara mera detaljerad eller säkrare än vad den i själva verket är. Visserligen äro termoisokronernas

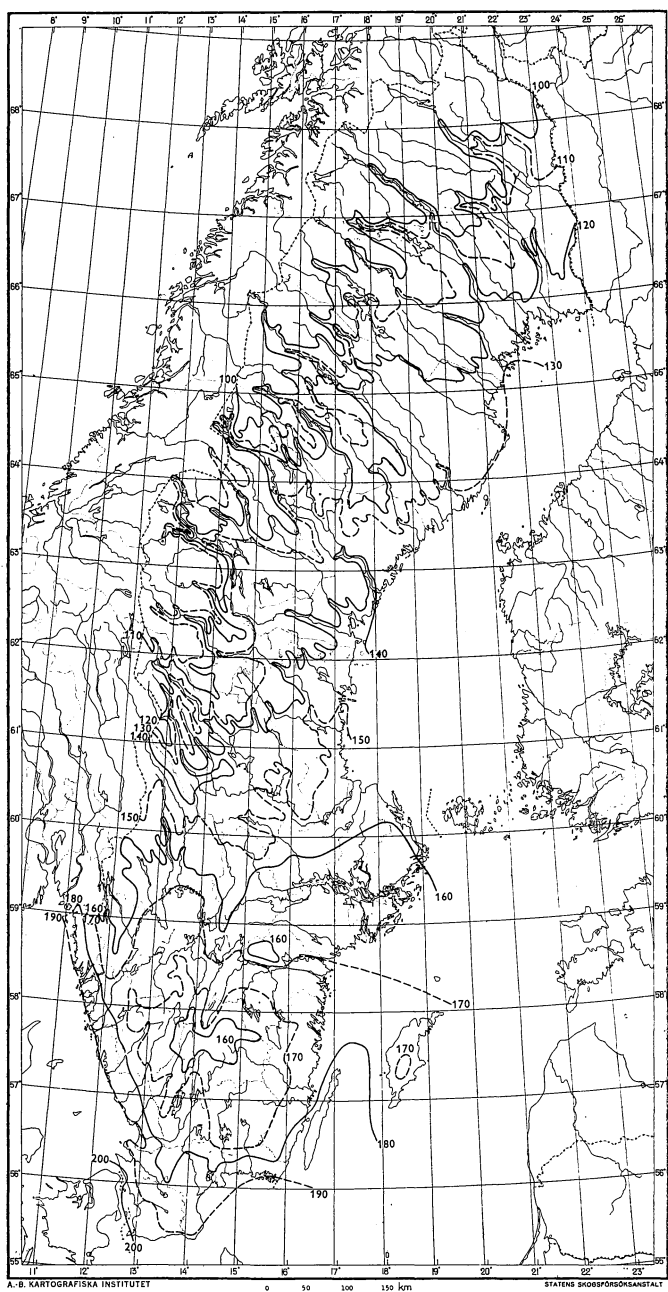


Fig. 26. Karta över årliga antalet dygn med normal medeltemperatur av  $+6^{\circ}$  eller däröver.

Karte über die Anzahl der Tage im Jahr mit einer normalen Mitteltemperatur von  $+6^{\circ}$  oder darüber.

lägen på olika punkter fixerade med varierande grad av säkerhet, men i sin helhet torde kartbilden giva en så korrekt bild som det varit möjligt att åstadkomma av längden i olika delar av landet av en period, som rätt väl torde överensstämma med »vegetationsperioden».

Som ett prov på den valda metodens överensstämmelse med det allmänna begreppet »vegetationsperiod» kan tjäna några jämförelser med fenologiska data. K. ARNELL (1927) meddelar uppgifter om olika tidiga växters förseening i Norrbotten<sup>1</sup> samt södra Lappmarken<sup>2</sup> i jämförelse med Uppland. W. ARNELL (1923) meddelar motsvarande differenser mellan Härnösand och Uppland.<sup>3</sup> Dessa meddelanden sammanställas nedan i tab. 30, där även angives den jämfört med Uppland senare resp. tidigare tidpunkt, då medeltemperaturen uppnår resp. understiger  $+6^{\circ}$ . Det är att märka, att vid beräkningen av dessa sistnämnda tidpunkter delvis måst användas meteorologiska data för andra orter än de i noterna 1 och 2 angivna. Överensstämmelsen mellan den beräknade vegetationsperiodens förändringar och de fenologiska differenserna måste ju anses vara god.

I detta sammanhang skall här meddelas resultatet av en undersökning över sambandet mellan å ena sidan dagantalet med normal medeltemperatur av  $+6^{\circ}$  och däröver vid olika meteorologiska stationer, samt å andra sidan de meteorologiska stationernas latitud och höjd över havet. För att icke behöva införa något uttryck för kontinentalitet resp. maritimitet i denna beräkning, uteslöts de svenska västkuststationerna. Sammanlagt medtogos 416 svenska stationer samt dessutom 28 norska stationer, som icke påtagligt influerats av havets närhet, och för vilka HAMBERG (1918) meddelat data.

Om  $Y$  = det sökta antalet dygn med medeltemperatur  $\geq +6^{\circ}$ ,

$l$  = latituden i grader och decimalgrader,

$h$  = höjden över havet i meter, samt

$p$  = produkten av latituden och höjden,

så blir, under förutsättning av rätlinjig regression:

$$Y = 514,18 - 5,85 l - 0,0736 h + 0,000365 p \dots\dots\dots (I)$$

Vid denna beräkning är visserligen den approximationen gjord, att alla samband antagits vara lineära, vilket de säkerligen i realiteten icke äro. Approximationen synes medföra, att något för låga värden på  $Y$  erhålles för

<sup>1</sup> Avser orterna: Haparanda, Pajala, Piteå, Råneå, Överkalix, Övertorneå och Övertorneå.

<sup>2</sup> Avser orterna: Dorotea, Fredrika, Malå, Sorsele, Stensele och Vilhelmina.

<sup>3</sup> Avser Rasbo socken.

Tab. 30. Skillnad i dagar i fråga om vegetationens utveckling i Norrland jämfört med Uppland, samt skillnad i dagar beträffande inträdande och upphörande av normal dygnsmedeltemperatur av  $+6^{\circ}$  och däröver. Senare resp. tidigare tidpunkt jämfört med Uppland anges med — resp. +.

Differenz in Tagen in der Entwicklung der Vegetation in Norrland und Uppland, sowie betr. Eintretens und Aufhörens der Tagesmitteltemperatur von  $+6^{\circ}$  C. und darüber. Spätere bzw. frühere Zeitpunkte, verglichen mit Uppland, sind mit — resp. + bezeichnet.

Angiven differens avser Angegebene Differenz bezieht sich auf	Skillnad i dagar mellan Uppland ( $60^{\circ}$ N. br.) och Differenz in Tagen zwischen Uppland ( $60^{\circ}$ n. Br.) und		
	Härnösand ( $62^{\circ}37'$ )	Norrbottnen ( $65-67^{\circ}$ )	S. Lapp- marken ( $64-66^{\circ}$ , >2000 ü.d.M.)
Aprilväxters utveckling.....	—13	—24	—30
Entwicklung der Aprilpflanzen			
Majväxters utveckling .....	—14	—20	—31
Entwicklung der Maipflanzen			
Juniväxters utveckling .....	—14	—15	—17
Entwicklung der Junipflanzen			
Lövsprickning .....	—9	—14	—12
Laubausbruch			
Lövfällning .....	—1	+17	+17
Laubabfall			
Dygn med medeltemperatur $\geq +6^{\circ}$ : Tage mit Mitteltemperatur $\geq +6^{\circ}$			
På våren .....	—14	—20	—20
Im Frühjahr			
På hösten .....	+3	+18	+20
Im Herbst			

landets allra sydligaste, lågt belägna delar och för nordliga, högt belägna, men för övrigt bliva differenserna mellan verkliga och beräknade värden jämförelsevis små. Värdena ha beräknats för ett åttiotal stationer i olika delar av landet, varvid särskilt utvalts nordliga och sydliga stationer, högt eller lågt belägna, då ju dessa kombinationer kunde beräknas giva de största differenserna mellan verkliga och beräknade värden. Följande differenser i procent ha konstaterats:

Differens: —8 —7 —6 —5 —4 —3 —2 —1  $\pm 0$  +1 +2 +3 +4 +5 +6 +7  
 Stationer: 2 1 2 2 7 10 11 9 8 7 4 4 6 1 2 1

Det är emellertid att vänta, att sådana fel måste uppstå då formeln (1) endast tager hänsyn till latitud och höjd. Hela inflytandet av lokalklimatet å orten såväl som instrumentens uppställning kommer då att visa sig i differenserna. Formelns giltighet inskränker sig, som förut framhållits, till Sverige, med undantag av västkusten och skånska kusten samt till de av atlantklimatet icke direkt påverkade delarna av Norge. Möjligen har den en mer generell giltighet; vid beräkning av Y för Chorin, 5—6 mil NO om Berlin,

Tab. 31. Antal dygn med medeltemperatur  $\geq +6^\circ$  vid olika latitud och höjd.  
Zahl der Tage mit der Mitteltemperatur  $\geq +6^\circ$  C. auf verschiedenen Breiten und in  
verschiedener Höhe.

Höjd ö. h. Meereshöhe m	Nördlig bredd Nordliche Breite				Periodens förkortning per grad stigande nordlig bredd Verkürzung der Periode pro Grad steigender nördl. Breite.
	56°	60°	64°	68°	
0	186,5	163,1	139,7	116,3	5,85
300	170,6	147,6	124,7	101,7	5,74
600	154,7	132,1	109,6	87,9	5,63
900	138,7	116,7	94,6	72,5	5,52
Periodens förkortning per 100 m stigande höjd... Verkürzung der Periode pro 100 m steigender Höhe	5,31	5,16	5,02	4,87	

erhölls enligt (1) 205 dagar, under det att med ledning av meteorologiska data för 5 kringliggande stationer beräknades 204 dagar (efter HELLMANN 1921).

Även om formeln (1) icke fullt återgiver förhållandena på varje plats, låter den oss dock få ett begrepp om vegetationsperiodens beroende av ändringar i latitud och höjd, som framgår av sammanställningen i tab. 31. Vi finna, att en ökning av höjden av 100 m medför en icke fullt lika stor avkortning av vegetationsperioden som en förflyttning norrut av en breddgrad, d. v. s. i båda fallen omkring 5—6 dagar. På grund av att beräkningen utförts under förutsättning av lineär regression, har här icke erhållits något uttryck för vare sig olika inflytande av en höjdförändring å olika höjdlägen, eller ett olika inflytande av nordlig förflyttning å olika latitud; däremot märkes tydligt tendensen till minskat inflytande av breddgradsändring med stigande höjd ö. h., likaväl som minskat inflytande av höjdförändringar vid högre latitud.

Av formeln följer närmast det berättigade i att termoisokronerna dragas i anslutning till landformerna på sätt som skett beträffande fig. 26.

Med tillhjälp av termoisokronkartan har dagantalet bestämts för var och en av de 582 provenienserna, och har samma dagantal därefter införts i beräkningarna såsom mått å vegetationsperiodens längd.

2. **Sommarvärmen.** Som ett ungefärligt uttryck för sommarvärmen, i den mån denna har ett inflytande, som icke redan kommer till uttryck i den vegetationsperiodens längd motsvarande faktorn, har jag valt den varmaste månadens medeltemperatur. Denna månad är för det vida övervägande antalet stationer juli, endast för ett fåtal stationer med mera utpräglad maritimt klimat augusti månad. Ett bättre uttryck för sommartemperaturens intensitet hade kanske varit varmaste dygnets medeltemperatur, d. v. s. kulmen å den genom månadernas medeltemperaturer dragna kurvan för årsvariatio-



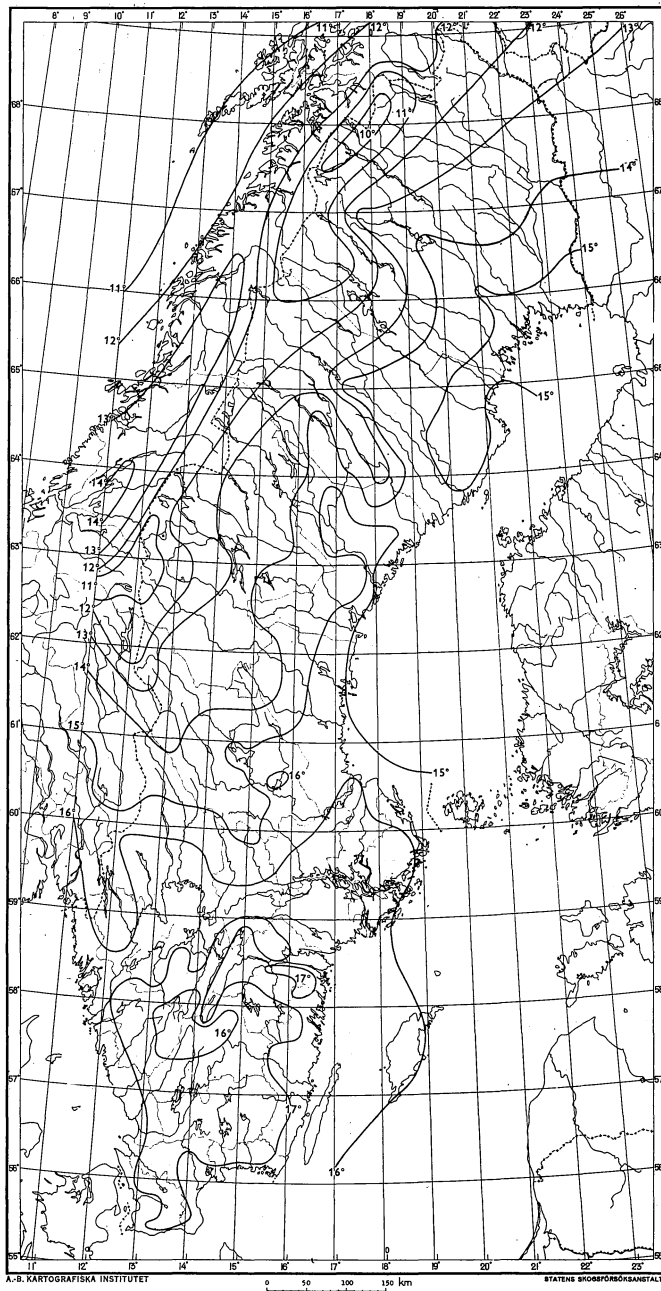


Fig. 27. Karta över den varmaste månadens medeltemperatur.  
Karte über die Mitteltemperatur des wärmsten Monats.

nen; denna temperatur fanns emellertid bestämd (HAMBERG 1918) endast för c:a 230 svenska stationer, däribland blott 62 inom hela Norrland och Dalarna. Det syntes mig rätt onödigt att komplettera dessa beräkningar å ett större stationsmaterial, då det knappast finnes anledning förutsätta någon mera betydelsefull skillnad mellan den fördelning över landet som det varmaste dygnets resp. den varmaste månadens temperatur uppvisar.

Data för 256 stationer erhöles ur HAMBERGS tabellverk (1907), vidare ur WALLÉNS opublicerade siffror för 72 stationer, ur egna beräkningar för 74, eller sammanlagt 402 stationer. För Norge kompletterades detta material med data meddelade av BIRKELAND (1928) samt BIRKELAND & SCHOU (1931). Visserligen är icke hela detta material synkront, i det att HAMBERGS data liksom mina egna hänföra sig till perioden 1859—1900, under det att WALLÉNS avse åren 1859—1925, samt de norska värdena återigen tiden 1861—1920. De skillnader, som därigenom kunna förorsakas, uppgå icke till mer än någon tiondels grad och äro därför knappast av den storleksordning, att de kunna komma att influera på linjeförloppet å en isotermkarta.

En karta över juli-isotermerna, som tidigare publicerats av WALLÉN (1930), visar i huvudsak samma förlopp av isotermerna som kartan fig 27. Å den senare ha isotermerna emellertid kunnat dragas mindre schematiskt (Stöttingfjället t. ex. framträder sålunda tydligt mellan 64° och 65° N. br.).

3. **Kontinentaliteten.** Den termiska kontinentaliteten har i beräkningarna införts såsom differensen mellan årets varmaste och kallaste månaders medeltemperaturer. En motsvarande karta över temperaturväxlingen under året — en karta över isoparallagerna (KRECKE 1865 enl. GAMS 1931) eller isotalantoser (SUPAN 1880) — har även WALLÉN upprättat (1930). Liksom i föregående fall har det varit mig möjligt att genom utökande av det använda stationsmaterialet kunna använda en mindre långt gående schematisering, jfr fig. 28.

Å den nyupprättade kartan, för vilken begagnats i det närmaste samma stationer som för den närmast föregående — däribland mer än 400 svenska — framträder tydligt icke blott kontinentalitetens allmänna ökning norrut utan även icke mindre än fyra eller fem olika kontinentalitetsområden: sydligast området Särna—Sveg—Hede—Ånge, därefter Resele—Junsele, så följer en antydning till ett område Hällnäs—Stensele, så ett tydligt markerat område Edefors—Jokkmokk, samt till slut ett område vid finska gränsen från Vittangi och österut, omfattande bl. a. stationen Granvik vid Muonio älv. Efter tre års observationer (1932—1934) att döma är detta landets kontinentalaste plats med en medeldifferens mellan varmaste och kallaste månadernas medeltemperaturer av ej mindre än 30 grader!

4. **Vinterkölden.** Då ju sommartemperaturen i stort sett är tämligen lika i hela landet, följer därav att isotalantoser på fig. 28 komma att samtidigt

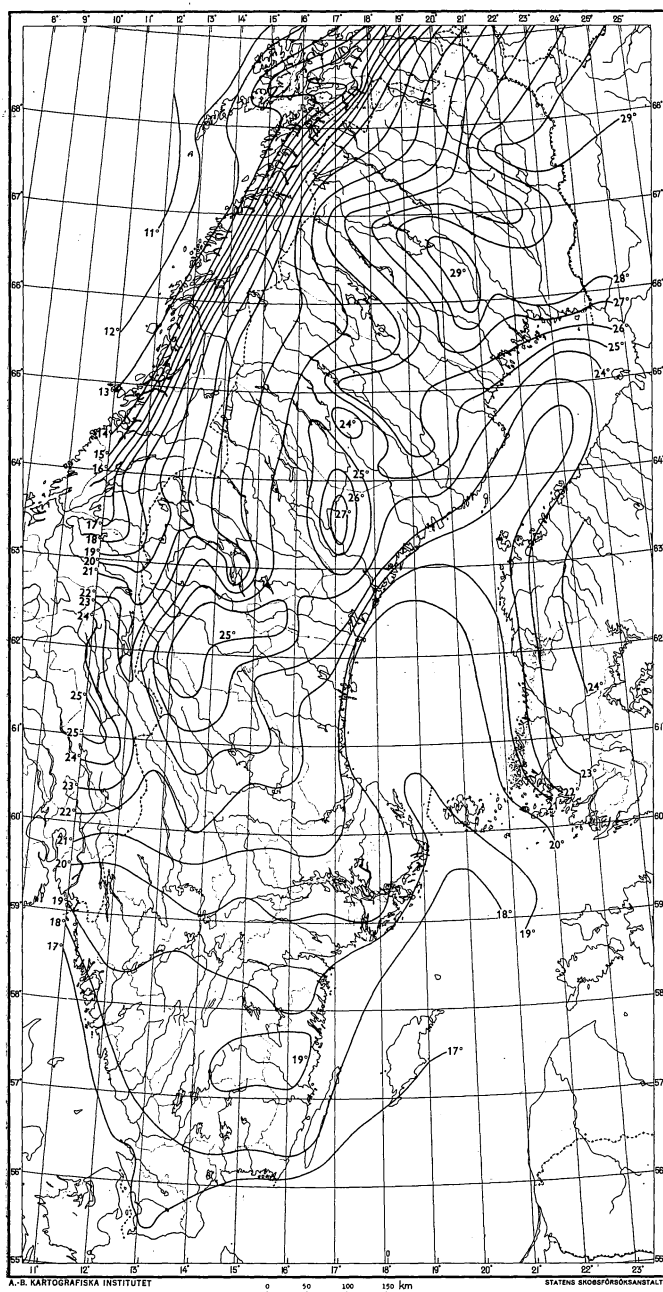


Fig. 28. Karta över amplituden mellan den varmaste och den kallaste månadens medeltemperatur.

Karte über die Mitteltemperatur-Amplitude zwischen dem wärmsten und kältesten Monat.

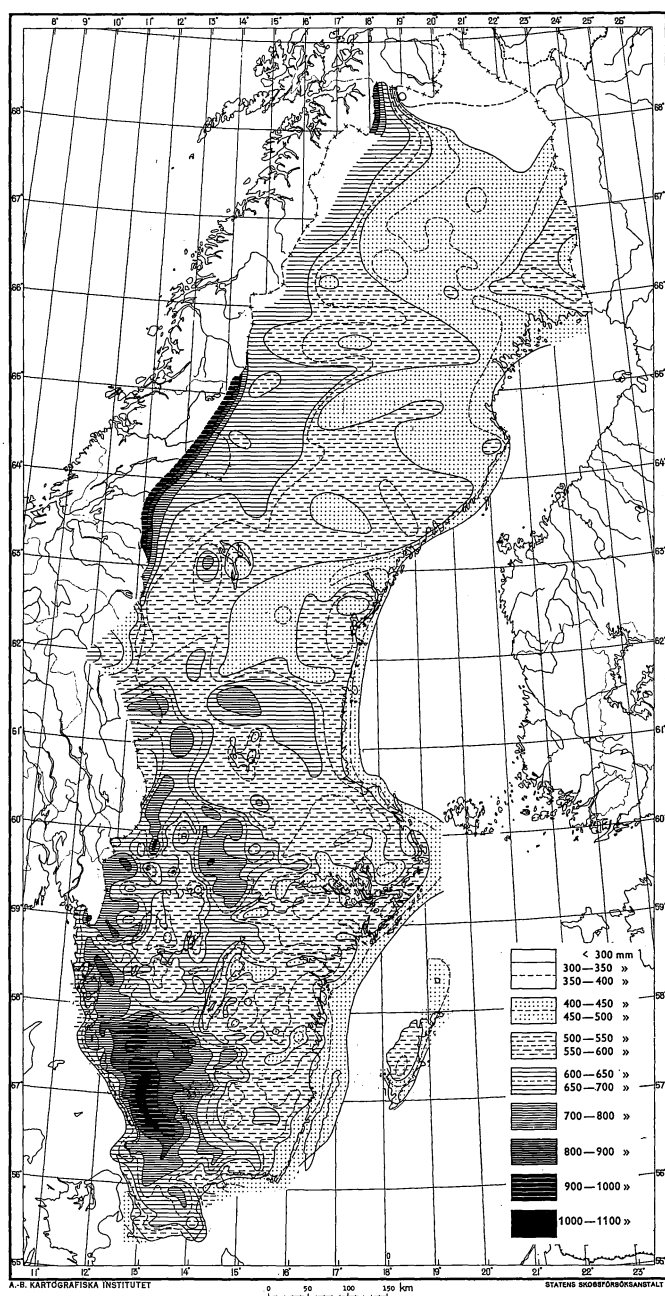


Fig. 29. Karta över nederbördens fördelning, enligt uppmätningar vid de meteorologiska stationerna 1911—1920. Kartan är upprättad av statshydrograf G. WERSÉN. Karte über die Verteilung der Niederschläge, angefertigt auf Grund der Messungen der meteorologischen Stationen 1911—1920 von G. WERSÉN.

rätt väl återgiva vinterkölden, såsom även SUPAN (1880) framhållit, varför några särskilda data uttryckande denna faktor icke ansetts erforderliga.

5. **Nederbörden.** En av G. WERSÉN sammanställd karta över nederbördsförhållandena inom södra Sverige (= Götaland och Svealand utom Dalarna), grundad på stationsvärden för perioden 1911—1920 har för att tiotal år sedan publicerats av VON POST & GRANLUND (1925). Då en motsvarande karta över isohyeterna saknades för norra Sverige, hade statsmeteorolog WERSÉN den stora vänligheten att fullständiga nederbördskartan att omfatta hela landet. Denna här publicerade karta, fig. 29, skiljer sig beträffande södra Sverige endast i obetydliga drag från kartan hos VON POST & GRANLUND, men avviker rätt väsentligt från den delvis efter andra principer av WALLÉN (1924) upprättade nederbördskartan.

Strängt taget borde den här begagnade faktorn för nederbörden kanske ha återgivit nederbörden under vegetationsperioden, men då längden av denna period växlar från den ena delen av landet till den andra, samt då nederbörden under den övriga delen av året alldeles icke är betydelselös för vattentillgången under den ofta nederbördsfattiga försommaren, har jag ansett det lämpligast räkna med årsnederbörden i dess helhet.

#### Bestämning av regressionerna.

De i det följande behandlade beräkningarna, som fört fram till erhållande av formlerna (2), (3) och (4), ha i huvudsak utförts av skogsavdelningens räknebiträden under ledning av prof. H. PETTERSON. Beräkningen har utförts som en multipel korrelationsräkning med torrsubstanshalten som beroende variabel, samt såsom oberoende variabler dels de ovan nämnda meteorologiska faktorerna: antal dagar med normal medeltemperatur  $\geq +6^\circ$ , den varmaste månadens medeltemperatur, differensen mellan varmaste och kallaste månadens medeltemperatur samt årsnederbörden, dels även fröinsamlingsplatsernas latitud samt höjd över havet.

Beräkningen har kort sagt utförts så, att först spridningen av torrsubstanshaltvärdena kring deras eget medeltal har bestämts; denna benämnes nedan: torrsubstanshaltens ursprungliga spridning. Därefter har successivt eliminerats det inflytande var och en av de olika oberoende variablerna har på torrsubstansvärdenas spridning. Effekten av en på sådant sätt införd variabel är emellertid beroende av de variabler, som redan införts i räkningen, varför den framträder omedelbart endast då variabeln står sist. Då det här gäller att erhålla en orientering beträffande de olika variablernas inflytande på torrsubstanshaltens spridning har därför de variabler införts sist, vilka förmodats ha den minsta effekten.

I det föreliggande fallet har först eliminerats det inflytande dagantalet  $\geq +6^\circ$  har å torrsubstansvärdenas spridning, och har den resterande sprid-

ningen bestämts. Därefter har inflytandet av latituden, höjden o. s. v. borttagits, och de resterande spridningarna i tur och ordning fastställts. På så sätt kan man se, huru de i beräkningen införda oberoende variablerna bidraga till att ytterligare nedbringa den beroende variabelns — här torrsubstanshaltens — spridning.

Resultatet av denna beräkning utförd å de tidigare nämnda 582 elementen ter sig på följande sätt (spridningarna i % av friskvikten):

y	Torrsubstanshaltens ursprungliga spridning.....	I,435
	Spridningens storlek, efter eliminering av inflytandet av:	
$x_1$	Antal dagar med medeltemperatur $\geq + 6^\circ$ .....	0,889
$x_2$	Varmaste månads medeltemperatur .....	0,885
$x_3$	Nordlig bredd.....	0,843
$x_4$	Höjd över havet.....	0,841
$x_5$	Differens mellan varmaste och kallaste månads medeltemperatur	0,841
$x_6$	Årsmedelnederbörd .....	0,841

Det visar sig sålunda, att endast tvenne av de oberoende variablerna, nämligen  $x_1$  eller vegetationsperiodens längd samt  $x_3$  eller den nordliga bredden medföra någon egentlig minskning av torrsubstanshaltens spridning. Ett litet inflytande synes varmaste månads medeltemperatur samt höjden över havet dock hava; helt utan inflytande synes kontinentaliteten samt även årsmedelnederbörden vara.

Det är därmed icke sagt, att nämnda variabler sakna betydelse för torrsubstanshalten. Räkningen visar endast, att ett ev. inflytande utövat av dessa variabler redan kommit till uttryck i förut införda oberoende variabler.

Ovan anförda värden å de resterande spridningarna gälla sålunda endast för den ordningsföljd de oberoende variablerna emellan, som här tillämpats. Det är därför möjligt, att exempelvis differensen mellan varmaste och kallaste månads medeltemperatur skulle ha visat sig haft ett avsevärt större inflytande, om denna variabel placerats först; av ovan meddelade värden å spridningarna kan man dock sluta, att denna faktor, som uttrycker kontinentaliteten och i stort sett även kallaste månads temperatur, i förevarande fall icke utövar något inflytande, som icke redan kommit till uttryck i förut införda oberoende variabler. Av denna anledning har det icke ansetts vara lönt att underkasta exempelvis denna variabel något närmare studium.

Samma betraktelsesätt måste läggas på övriga faktorer. Höjden över havet har givetvis en avsevärd betydelse, fast denna faktor av ovanstående uppställning framträder som praktiskt taget betydelselös. Detta beror helt enkelt därpå, att redan vegetationsperiodens längd till en del bestämmes av höjden, som ovan framhållits (sid. 344). Termoisokronernas förlopp å kartan fig. 26

äro ju till sitt läge även bestämda med hänsyn till höjden ö. h. Förhållandet är endast, att höjden icke torde utöva något annat inflytande än den med höjdläget normalt följande förkortningen av vegetationsperioden. Det obetydliga inflytande höjdläget här ovan dock visat sig besitta i och för sig, torde säkerligen bero på bristande överensstämmelse mellan den betydelse höjdläget för termoisokronernas förlopp tillmätts, och det inflytande det i verkligheten utövar. Fristående höjdmassiv, där icke någon meteorologisk station finnes, ha nämligen icke kommit till sin rätt på termoisokronkartan.

På ungefär samma sätt förhåller det sig med sommartemperaturen, som ju SCHORTE och ENEROTH lagt till grund för landets indelning i klimatzoner (jfr sid. 334). I föreliggande beräkningar representeras sommartemperaturen visserligen blott av varmaste månads medeltemperatur, men även denna faktor ensam måste dock tillmätas en ej ringa betydelse (jfr ENEROTH 1926—27 tab. 14). Varmaste månads temperatur växlar emellertid icke så mycket, som framgår av fig. 27. De största växlingarna förekomma i Norrland, där isothermerna i stort sett gå parallellt med termoisokronerna. En eventuell betydelse av varmaste månads temperatur i och för sig bringas därför till uttryck genom faktorn för vegetationsperiodens längd. — Här torde böra framhållas, att givetvis en god korrelation finnes mellan varmaste månads temperatur och vegetationsperiodens längd, varför det samband ENEROTH meddelat mellan julitemperatur och »skogsodlingsresultat» mycket väl kan utslutande bero på det förhållandet, att julitemperaturen i viss mån uttrycker vegetationsperiodens längd, liksom även betydelsen av vegetationsperiodens längd kan bero på, att den i viss mån uttrycker julitemperaturen: korrelationsräkningar lämna ju blott upplysningar om sambandens styrka, men icke om orsakssammanhangen. I det föreliggande fallet stödes antagandet, att julitemperaturens egentliga betydelse består i, att den är ett låt vara ofullkomligt uttryck för vegetationsperiodens längd, väsentligt av att bättre samband av ENEROTH angives för juni—september månaders medeltemperatur, en faktor, som i högre grad än julitemperaturen uttrycker vegetationsperiodens längd. MÜNCH (1923) betonar betydelsen av vegetationsperiodens längd tilläggande: »Die Sommerwärme des Heimortes scheint weniger von Einfluss zu sein».

Beträffande storleken av den effekt införandet av den varmaste månads medeltemperatur i det aktuella fallet medfört, kan ytterligare framhållas, att hade latituden införts i beräkningarna före den nämnda variabeln, så hade antagligen latituden uttryckt en del av den varmaste månads inflytande. Då nu den varmaste månads medeltemperatur införts omedelbart efter antalet dagar med medeltemperatur  $\geq +6^{\circ}$ , så har den ifrågakarande faktorn fått utöva så stort inflytande som den överhuvud taget kan utöva utöver vad som redan uttryckts av faktorn för vegetationsperiodens längd.

Då det finnes anledning antaga, att torrsubstanshalten stiger förhållandevis hastigare med avtagande vegetationstid, ju mera denna tid avkortas, infördes

i räkningen som oberoende variabel  $\frac{I}{x_1}$ . Följande resultat erhöles då:

Torrsubstanshaltens ursprungliga spridning ..... I,435

Spridningens storlek, efter eliminerande av inflytande av:

I	
Antalet dagar $\geq +6^\circ$ .....	0,847
Nordlig bredd .....	0,830
Höjd över havet .....	0,830

Det framgår av de anförda värdena å spridningen, att det inverterade dagantalet borttagit en praktiskt taget lika stor del av spridningen, som tidigare dagantalet, varmaste månadens medeltemperatur och den nordliga bredden tillsammans. Den nordliga bredden synes bibehålla ett visst inflytande, som dock i detta senare fall är mindre. Detta skulle betyda, att en vegetationsperiod av samma längd på en nordligare breddgrad motsvaras av högre torrsubstanshalt än på en sydligare. Detta den nordliga breddens inflytande skall här icke närmare analyseras; möjligen kan det vara fråga om belysningsförhållandena.

När dagantalet som här ovan skett icke längre införes direkt, utan i formen  $\frac{I}{x}$ , så kan man icke längre lita på, att de i räkningen senare införda oberoende variablerna skola förhålla sig lika. Så är icke heller fallet. Höjden hade ju i förra fallet ett visst inflytande, om än ringa — som av ovanstående sammanställning framgår, utövar emellertid höjden intet inflytande alls, då i beräkningen redan införts  $\frac{I}{\text{dagantalet}}$  och latituden. Av övriga oberoende variabler har endast differensen mellan varmaste och kallaste månaders medeltemperaturer ytterligare prövats. Denna variabel infördes omedelbart efter  $\frac{I}{\text{dagantalet}}$ , men kunde icke heller då nedbringa spridningen mer än från 0,847 och till 0,846.

Den regressionsformel, som erhålles vid beräkning med variablerna  $\frac{I}{\text{dagantalet}}$  och latituden, lyder:

$$Y = 16,34 + 785,56 \left( \frac{I}{\text{antal dagar} \geq +6^\circ} \right) + 0,210 (\text{latituden}) \dots\dots (2)$$

För att pröva överensstämmelsen mellan de verkliga och de enligt denna formel beräknade värdena å torrsubstanshalten, ha de 582 proven alltefter



antalet dagar  $\geq +6^\circ$  å deras härstamningsorter fördelats å 5-dagarsklasser. Inom varje sådan grupp av prov har medeltal beräknats av dagantal, latitud och verklig torrsubstanshalt; medeltalen av dagantal och latitud ha insatts i formeln (2), varvid provgruppens beräknade torrsubstanshalt erhållits. Å fig. 30 ha de olika gruppernas verkliga och beräknade torrsubstansvärden upplagts över medeltalen av gruppernas dagantal. I stort sett, eller inom 11 av 5-dagarsklasserna, råder en utmärkt överensstämmelse mellan beräknade och empiriska torrsubstansvärden. Avvikelse förekomma dels i fråga om pro-

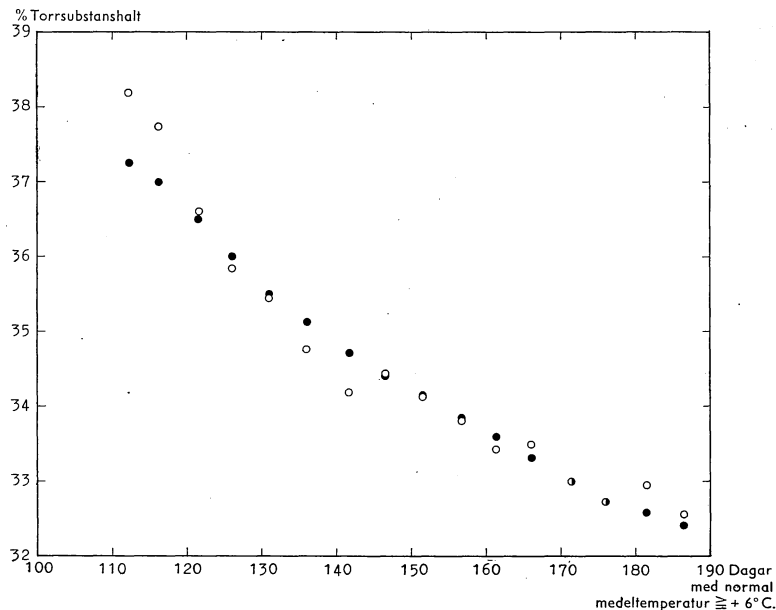


Fig. 30. Beräknad (•) och empirisk (o) torrsubstanshalt i årsplanter av tall av 582 provenienser. Provenienserne äro fördelade i 5-dagarsklasser efter antalet dagar per år, som den normala medeltemperaturen uppnår eller överskrider  $+6^\circ$ . De beräknade värdena erhållna enligt formel (2).

Berechneter (•) und empirischer (o) Trockensubstanzgehalt einjähriger Kiefernplanzen von 582 Provenienzen. Die Provenienzen sind verteilt in Fünftagesklassen nach der Anzahl der Tage im Jahr, an welchen die normale Mitteltemperatur erreicht oder überschreitet  $+6^\circ$ . Die berechneten Werte sind nach der Formel (2) ermittelt.

venienser med dagantal fallande under 120 dagar, dels beträffande provenienser med dagantal om 135—145 dagar samt 180—185 dagar. Huruvida dessa avvikelser äro signifikativa har jag icke kunnat statistiskt fastställa; att de i realiteten sakna betydelse är jag dock av annan anledning övertygad om. Jag återkommer nedan till denna fråga.

Då vid fastställandet av vegetationsperiodens längd för de olika proven dessa data för provenienser från höjdlägen sannolikt kommit att bliva be-

häftade med förhållandevis stora fel (jfr ovan sid. 342), har samma beräkning genomförts med bortseende från samtliga prov härstammande från höjder överstigande 200 m ö. h. Under sådana omständigheter erhålles istället följande regressionsformel:

$$Y = 15,55 + 627,58 \left( \frac{1}{\text{antal dagar} \geq +6^\circ} \right) + 0,240 (\text{latituden}) \dots\dots (3)$$

Överensstämmelsen mellan verkliga och beräknade värden blir i detta fall något bättre: resterande spridning 0,820 mot 0,830 för hela materialet. En figur motsvarande fig. 30 visar endast smärre förändringar, av vilka den viktigaste torde vara, att nu även för dagklassen 145—150 det verkliga värdet underskrider det beräknade. Liksom synes av fig. 30 gäller även här, att de båda oberoende variablerna vegetationsperiodens längd och latituden böra kunna bättre satisfiera materialet, om de införas i någon annan form. Försök därtill ha emellertid icke utförts, då den erhållna överensstämmelsen syns mig vara fullt tillräcklig.

Beräknas koefficienternas medelfel, så framgår, att dessa äro något större i fråga om den senare regressionsformeln,

Koefficienter:	Medelfel, procentuella:
(2) + 16,34 ± 1,71 .....	10,5 %
+ 785,56 ± 131,47 .....	16,7 %
+ 0,210 ± 0,0418 .....	19,9 %
(3) + 15,54 ± 2,14 .....	13,7 %
+ 627,58 ± 183,65 .....	29,9 %
+ 0,240 ± 0,0541 .....	22,6 %

Det är naturligt, att koefficienternas medelfel i det senare fallet skall öka, då antalet element går ned från 582 till 452; ökningen är dock större än som rimligen kan förorsakas av denna anledning. Orsaken torde vara att söka däruti, att bland de kasserade elementen funnos ett ej ringa antal, vilkas höjd över havet visserligen översteg 200 m, men vilka därför icke representerade höjdlägen i förhållande till traktens medelnivå. Dessa proveniensers vegetationsperioders längd hava med säkerhet icke blivit generellt överskattade, utan givits rimliga värden. Då nu dessa uteslutas tillsammans med de övriga från högre nivå än 200 m, inverkar detta på graden av koefficienternas säkerhet, dock icke mera, än att densamma i båda fallen är av ungefär samma storleksordning.

Det är givet, att det måste vara av största betydelse, att å annat plant-material om möjligt erhålla en bekräftelse på de resultat, till vilka de ovan framlagda kalkylerna fört. Material till en dylik kontroll finna vi lämpligen

i de tidigare flera gånger omnämnda 39 provenienser, vilkas torrsubstanshalt bestämts vid ett flertal tillfällen under olika år och här benämnts »normalvärden». Då vi i detta fall icke ha att göra med medeltal av 2 dubbelprov, utan med medeltal av 9—28 dubbelprov, bör den resterande spridningen bli förhållandevis mindre. Så är även fallet:

Torrsubstanshaltens ursprungliga spridning..... 1,836  
Spridningens storlek, efter eliminerande av inflytandet av:

I

Antal dagar $\geq + 6^\circ$ .....	0,591
Nordlig bredd .....	0,440

Beräknas regressionen på samma sätt som ovan, erhålles:

$$Y = 17,32 + 706,61 \left( \frac{I}{\text{antal dagar} \geq + 6^\circ} \right) + 0,251 (\text{latituden}) \dots (4)$$

Koefficienternas medelfel är här av samma storleksordning som för (2) och (3):

Koefficienter:	Medelfel, procentuella
a) $+ 17,32 \pm 1,87$ .....	10,8 %
b) $+ 706,61 \pm 151,43$ .....	21,4 %
c) $+ 0,251 \pm 0,0453$ .....	18,0 %

Undersöka vi nu förhållandet mellan de koefficienter som ingå i formeln (4) med desamma i (2) och (3) erhålles följande relationer:

	a	b	c
Koeff. (2) .....			
Koeff. (4) .....	0,943	1,112	0,835
Koeff. (3) .....			
Koeff. (4) .....	0,898	0,888	0,955

Se vi till relationernas medelvärden finna vi mellan (2) och (4) en bättre överensstämmelse med 96,3 %, mot i det senare fallet 91,3 %. Se vi däremot till de enskilda koefficienterna är överensstämmelsen bättre mellan formlerna (3) och (4), då relationerna endast variera mellan 88,8 samt 95,5 %. Detta betyder, att hade torrsubstanshalten för de 39 provenienserna varit c:a 10 % lägre, så hade de båda formlernas koefficienter nästan helt överensstämt!

I realiteten är överensstämmelsen i alla händelser praktiskt taget fullständig, då denna skillnad i torrsubstanshalt — omkring 3 % i förhållande till friskvikten — torde bero på, att de 39 proveniensernas »normalvärden» av torrsubstanshalt icke fastställts uteslutande på årsplantor under oktober—november under ett enda år, utan under olika år och olika tider under höst och vinter, samt även å barr av äldre plantor. De 39 provenienserna repre-

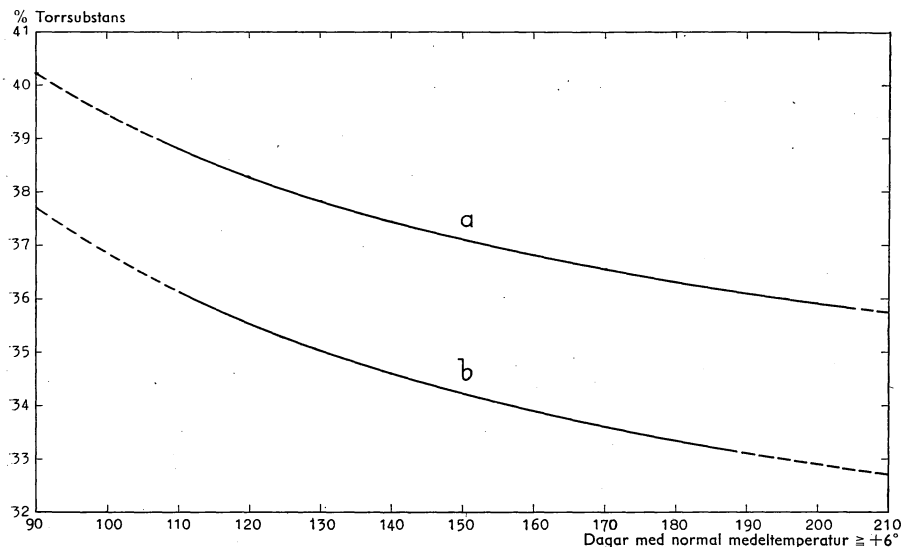


Fig. 31. Partialsambandet mellan torrsubstanshalten i tallplantor vid Experimentalfältet och antalet dygn per år å härstamningsorterna, som den normala dygnsmedeltemperaturen uppnår eller överskrider  $+6^{\circ}$ , då härstamningsorterna utmärkas av en nordlig bredd av  $60^{\circ}$ . *a* enligt formel (4), *b* enligt formel (2). Die partiale Beziehung zwischen dem Trockensubstanzgehalt der Kiefernpflanzen bei Experimentalfältet und der Zahl der Tage pro Jahr in den Herkunftsorten, an welchen die normale Tagesmitteltemperatur  $+6^{\circ}\text{C}$  erreicht oder überschreitet, wenn die nördliche Breite der Herkunftsorten  $60^{\circ}$  ist. *a* nach Formel (4), *b* nach Formel (2).

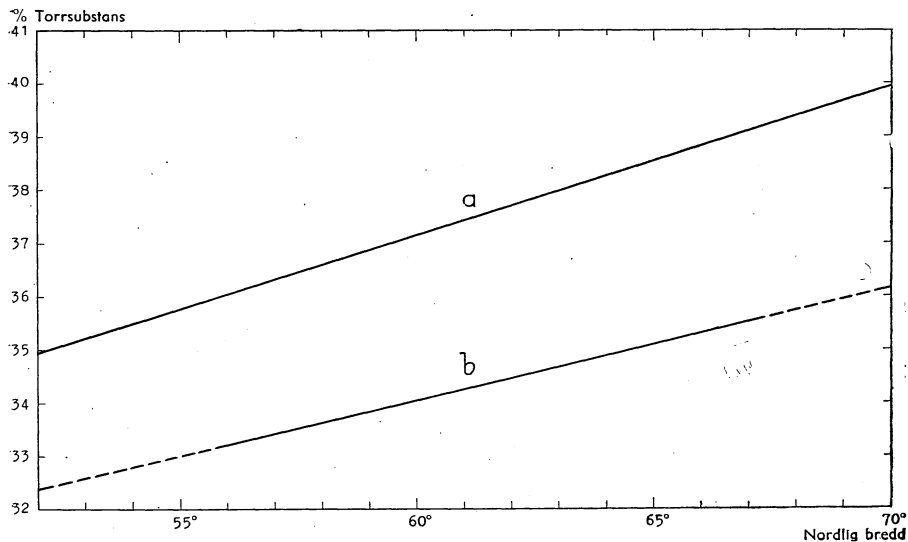


Fig. 32. Partialsambandet mellan torrsubstanshalten i tallplantor vid Experimentalfältet och härstamningsorternas nordliga bredd, då härstamningsorterna utmärkas av 155 dygn per år med en normal medeltemperatur av  $+6^{\circ}$  eller däröver. *a* enligt formel (4), *b* enligt formel (2).

Die partiale Beziehung zwischen dem Trockensubstanzgehalt der Kiefernpflanzen bei Experimentalfältet und der nördliche Breite der Herkunftsorte, wenn die normale Tagesmitteltemperatur der Herkunftsorte während 155 Tagen pro Jahr  $+6^{\circ}\text{C}$  oder darüber beträgt. *a* nach Formel (4), *b* nach Formel (2).

sentera även såväl sydligare som särskilt nordligare breddgrader än de 582. Den befintliga differensen är sålunda fullt förklarlig. Då sådan proportionalitet råder mellan koefficienterna som fallet nu är, torde överensstämmelsen snarast få anses som förbluffande god. Detta framgår tydligt vid jämförelse mellan partialsambanden, sådana de återgivas av fig. 31 och 32. Å den första av dessa figurer återgives sambandet mellan torrsubstanshalt och antal dygn med

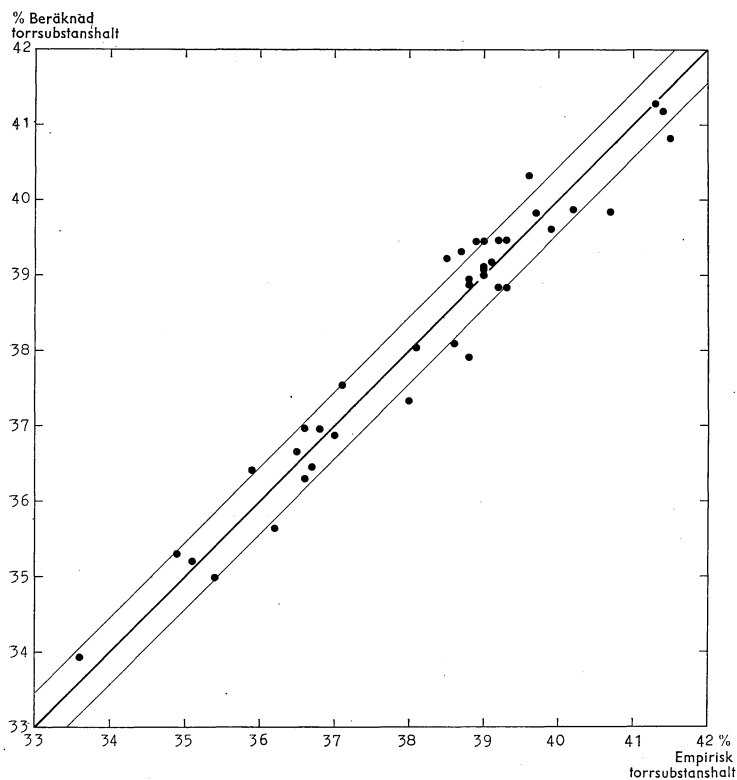


Fig. 33. Sambandet mellan beräknad och empirisk torrsubstanshalt för 39 provenienser av tall (jfr tab. 32 och fig. 34).  
Zusammenhang zwischen berechneten und empirischen Trockensubstanzgehalt für 39 Kiefernprovenienzen (vgl. Tab. 32 und Abb. 34).

medeltemperatur  $\geq +6^\circ$ , dels — undre kurvan — enligt (2), dels — övre kurvan — enligt (4); båda kurvorna beräknade för en nordlig bredd av  $60^\circ$ . Å fig. 32 återgives partialsambandet mellan torrsubstanshalt och latitud, varvid även här den undre kurvan beräknats enligt (2), den övre däremot enligt (4); i båda fallen har kalkylerats med 155 dygn med medeltemperatur av  $+6^\circ$  eller däröver. Det framgår av dessa bilder, liksom redan av motsvarande koefficienter, att enligt (2) tillmätas dagantalet en förhållandevis något större betydelse för torrsubstanshalten än enligt (4). Samtidigt framgår dock

även den mycket goda överensstämmelsen mellan de partialsamband, som erhållits vid beräkning utgående från de 582 resp. de 39 provenienserna.

I tab. 32 meddelas data för de 39 provenienserna jämte beräknade värden å torrsubstanshalterna för desamma. Överensstämmelsen mellan »normalvärdena» och de enligt (4) beräknade värdena är mycket god, som framgår av fig. 33. Det förtjänar särskilt påpekas, att bland dessa 39 provenienser ingå prov härstammande från norska Finmarken och Vestlandet, såväl som från Sydsverige och Brandenburg, alltså ett icke oväsentligt större område än de 582 provenienserna representera, samt framförallt ett område rymmande trakter med mera extrema klimatförhållanden, som framgår av fig. 34. Till följd av detta blir den ursprungliga spridningen i detta fall större.

Det framgår vidare av fig. 33, att några avvikelser av sådant slag som i fig. 30 här icke förekomma, utan att alla provenienser väl följa den i (4) uttryckta funktionen. Då formlerna (2) och (4) sinsemellan mycket väl överensstämma, och skilja sig från varandra huvudsakligen beträffande den resterande spridningen, torde det vara berättigat att draga den slutsatsen, att de ovan påpekade avvikelserna mellan beräknade och empiriska värden å fig. 30 icke äro av signifikativ natur.

Bland de 39 provenienserna ingå tvenne, som härstamma från icke spontana bestånd, nämligen 251 Karsholm och 502 Tisvilde-Frederiksværk. Det första av dessa bestånd härrör antagligen ur frö från närbelägna spontana skogsbestånd, enl. benäget meddelande från länsjägmästare F. AF PETERSENS. Tallbeståndens ursprung i Tisvilde-Frederiksværk Distrikt är ej känt; dock förefaller det, som skulle den där växande tallen vara rätt väl anpassad efter klimatet (jfr HELMS 1902). Då i detta material områdets sydligare delar äro sparsamt representerade, har jag låtit dessa båda provenienser ingå. Det framgår av fig. 33, att de väl ansluta sig till de övriga; de ha således icke kommit att i avsevärd grad påverka resultatet av beräkningen.

### Den resterande spridningen.

Det kan vara av visst intresse att undersöka huru stor del av den ursprungliga spridningen, som resterar, sedan den spridning eliminerats, vilken sammanhänger med vegetationsperiodens längd å de olika proveniensernas hemtrakter, samt dessa traktors nordliga bredd. En sammanställning för de tre ovan behandlade alternativen om 582, 542 resp. 39 provenienser ter sig som följer:

Antal element:	582	452	39
Ursprunglig spridning ( $\sigma_1$ ).....	1,435	1,337	1,860
Eliminerad » ( $s_1$ ).....	1,170	1,056	1,808
Resterande » ( $s_2$ ).....	0,830	0,820	0,440
Förhållandet $\left(\frac{s_2}{\sigma_1}\right)^2$ .....	0,335	0,376	0,056

Tab. 32. Data för de 39 tallprovenienser, för vilka »normalvärden» av torrsubstanshalten vid Experimentalfältet erhållits, jämte enligt formel (4) beräknade värden å torrsubstanshalten.

Daten für die 39 Kiefernprovenienzen, für welche »Normalwerte» des Trockensubstanzgehalts bei Experimentalfältet ermittelt worden sind, sowie die nach der Formel (4) berechneten Werte des Trockensubstanzgehalts.

Nummer	Proveniens	Nordlig bredd Nordliche Breite	Höjd ö. h. Höhe ü. d.M.	Antal dygn med medeltemp. $\geq + 6^\circ$ Zahl der Tage mit Mitteltemp. $\geq + 6^\circ$	Antal dubbelprov Anzahl Doppelproben	Torrsubstanshalt Trockensubstanzgehalt		
						Empiriska »normalvärden» Empirische »Normalwerte»	Beräknade värden Berechnete Werte	Differens Differenz
452	Tranöy.....	69°10'	40	115	27	41,5	40,83	— 0,67
450	Alta.....	70°	50	112	24	41,4	41,19	— 0,21
451	Målselv.....	69°10'	50	107	25	41,3	41,29	— 0,01
268	Övertorneå.....	66°23'	50	120	20	40,7	39,86	— 0,84
267	Storbackens revir.....	66°30'	100	120	19	40,2	39,89	— 0,31
271	Läppträsk.....	66° 2'	50	123	26	39,9	39,62	— 0,28
269	Överkalix.....	66°20'	50	120	20	39,7	39,84	+ 0,14
454	Skjomen.....	68°15'	100	120	26	39,6	40,34	+ 0,74
302	Norsjö revir.....	64°55'	350	120	15	39,3	39,49	+ 0,19
323	Vindeln.....	64°11'	155	130	28	39,3	38,86	— 0,44
324	Vindeln.....	64°11'	155	130	24	39,3	38,86	— 0,44
288	Bodens revir.....	65°50'	50	125	19	39,2	39,48	+ 0,28
303	Vinlidens revir.....	64°30'	250	124	15	39,1	39,20	+ 0,10
318	Stormyrjtjälén.....	64°10'	270	125	20	39,0	39,08	+ 0,08
294	Ö. Jörns revir.....	65°	50	131	15	39,0	39,02	+ 0,02
293	V. Jörns revir.....	65°	250	121	15	39,0	39,46	+ 0,46
455	Tolga.....	62°25'	750	115	15	39,0	39,12	+ 0,12
305	Stensele mellersta revir	65°	250	121	15	38,9	39,46	+ 0,56
332	Njurunda.....	62°15'	100	142	15	38,8	37,92	— 0,88
298	Hällnäs skolrevir.....	64°20'	150	130	15	38,8	38,88	+ 0,08
325	Hällnäs.....	64°22'	180	129	23	38,8	38,95	+ 0,15
299	Hällnäs skolrevir.....	64°20'	350	120	15	38,7	39,34	+ 0,64
322	Älvdalens V:a revir...	61°25'	475	131	17	38,6	38,11	— 0,49
292	V. Jörns revir.....	65°	150	126	15	38,5	39,24	+ 0,74
331	Torp.....	62°30'	100	140	16	38,1	38,04	— 0,06
339	Ruskåsen.....	60°22'	300	145	9	38,0	37,35	— 0,65
316	Siljansfors.....	60°55'	200	143	28	37,1	37,54	+ 0,44
340	Koppom.....	59°43'	200	154	9	37,0	36,88	— 0,12
457	Voss.....	60°40'	250	160	26	36,8	36,96	+ 0,16
341	Grimsten.....	59°	90	163	24	36,7	36,45	— 0,25
456	Gloppen.....	61°50'	50	170	26	36,7	36,98	+ 0,28
320	Karlsby.....	58°38'	100	165	28	36,6	36,30	— 0,30
458	Svanöy.....	61°30'	50	180	28	36,5	36,68	+ 0,18
319	Gyltige.....	56°47'	100	174	28	36,2	35,63	— 0,57
321	Dalarö.....	59° 8'	10	165	28	35,9	36,43	+ 0,53
502	Tisvilde-Frederiksværk distrikt <sup>1</sup> .....	56° 2'	20	195	11	35,4	34,99	— 0,41
251	Karsholm <sup>2</sup> .....	56° 7'	20	185	22	35,1	35,22	+ 0,12
342	Värnanäs.....	56°30'	20	185	27	34,9	35,32	+ 0,42
475	Chorin.....	52°30'	50	205	19	33,6	33,94	+ 0,34

<sup>1</sup> Ursprungligen kulturbestand, härstamning okänd.

Ursprunglig Kulturbestand unbekannter Herkunft.

<sup>2</sup> Frö från självsädda träd i kulturbestand, frö till kulturen antagligen hämtat från närbelägna spontana skogsbestånd.

Samen von natürlich entstandenen Bäumen aus Kulturbeständen, Samen für die Kulturen wahrscheinlich von nahe gelegenen natürlichen Beständen geholt.

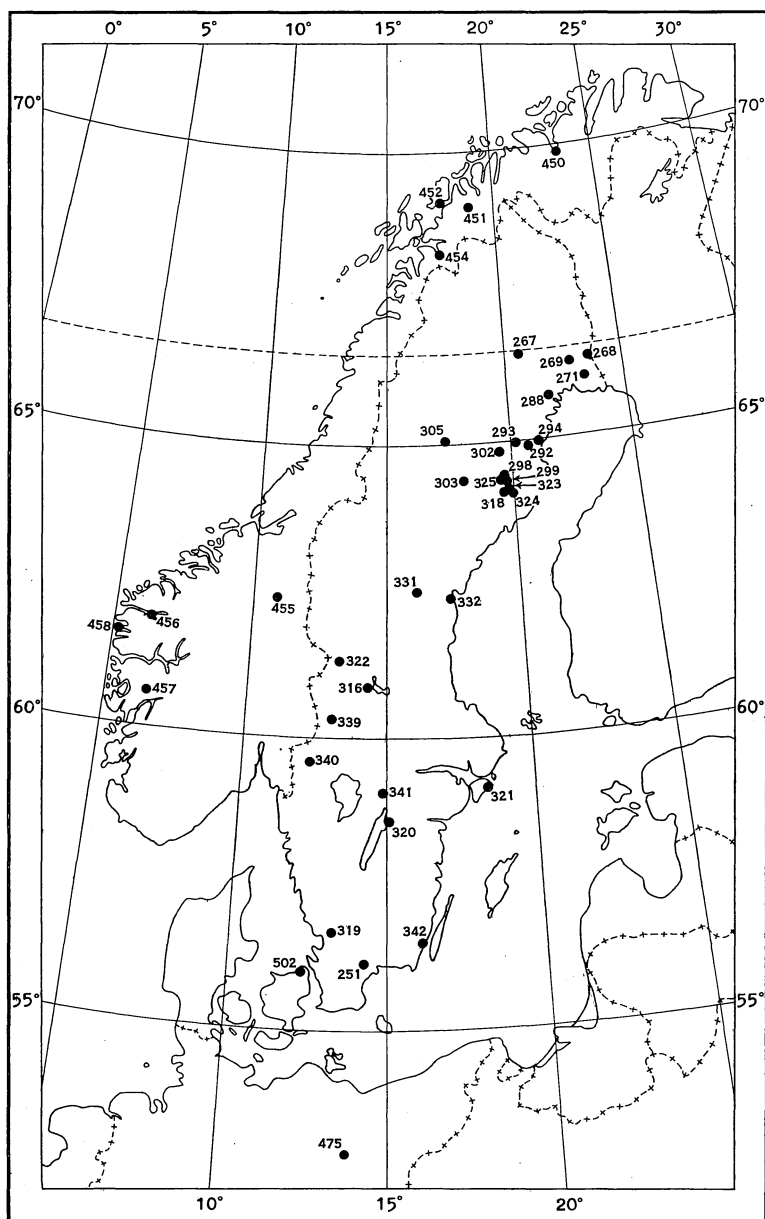


Fig. 34. Karta visande härstamningen av de 39 provenienser av tall, för vilka torrsubstanshaltens »normalvärden» beräknats (jfr tab. 32).

Karta über die Herkunft der 39 Kiefernprovenienzen, für die die »Normalwerte» des Trockensubstanzgehalts berechnet wurden (vgl. Tab. 32).



Under förutsättning av normal fördelning av torrsubstanshaltvärdena erhålles då:

$$\text{Korrelationsförhållandet } \sqrt{1 - \left(\frac{s_2}{\sigma_1}\right)^2} \dots 0,816 \quad 0,790 \quad 0,972$$

Vi finna av denna översikt, att spridningskvadraten i de båda första fallen reducerats till c:a en tredjedel, i det senare fallet till c:a  $1/18$  av den ursprungliga. Redan en jämförelse mellan fig. 30 och fig. 33 ger vid handen, att en mindre spridning kvarstår i det senare fallet. Det återstår sålunda en resterande spridning av 0,83—0,82, resp. 0,44 %.

I denna resterande spridning ingår det samlade inflytandet av ett flertal faktorer, bland vilka kunna nämnas:

- 1) inflytande av klimatfaktorer och andra faktorer, till vilka icke hänsyn tagits; häribland märkes varmaste månadens medeltemperatur samt höjden över havet, vilka ju båda utöva något om ock obetydligt inflytande,
- 2) bristande överensstämmelse mellan de för var proveniens uppskattade och de verkliga värdena å dagantalet med medeltemperatur  $\geq + 6^\circ$ , varuti ingår inflytandet av lokalklimatet,
- 3) brister i fråga om den form, i vilken variablerna införts i räkningen;

dagantalet t. ex. hade kanske ej bort införas som  $\frac{1}{\text{dagantalet}}$  utan i annan form,

- 4) brister i fråga om korrekationer för vattenupptagning och dagsinflytande, samt övriga faktorer, för vilka någon korrektion ej kunnat utföras, exempelvis olika planttäthet i såddraderna, jämte,

- 5) de enskilda torrsubstansbestämningarnas eget medelfel, som beror av att överhuvud taget tvenne prov av plantor tillhörande en och samma proveniens sällan giva samma värde (jfr kvarstående spridning efter utförd dagkorrektion i tab. 6, sid. 262).

Detta sista fel torde i icke oväsentlig grad medverka till differensen mellan de resterande spridningarna för de 582 och 39 provenienserna; de förras torrsubstansvärden äro ju erhållna som medeltal av två serier, de senares värden äro medeltal av 9 till 28 serier (i medeltal c:a 20), varför ju torrsubstansvärdena i det senare fallet äro behäftade med mindre »eget medelfel». — En utförd överslagsberäkning har dock givit vid handen, att denna differens beträffande torrsubstansvärdenas »eget medelfel» icke räcker till för att förklara skillnaden mellan de resterande spridningarna. Antagligen torde en del av denna skillnad vara beroende av inflytande av planttätheten i såddraderna, en faktor av väsentlig betydelse (jfr tab. 2 och 3), som icke kunnat korrigeras; de 39 proveniensernas torrsubstanshalter äro delvis erhållna genom bestämningar å barr av äldre plantor, varvid denna faktor spelar underordnad roll.

En mera väsentlig del av spridningen för de 582 provenienserna torde emellertid kunna hänföras till inflytandet av platsen i plantskolan, då var proveniens endast förekommit å en såddrad, samtidigt som sådden kommit att intaga ett jämförelsevis stort område på grund av sin omfattning.<sup>1</sup> De trettio-nio provenienserna däremot ha såtts på olika ställen under årens lopp, varför i detta fall såddplatsens inflytande i avsevärd grad torde ha eliminerats.

I betraktande av alla de faktorer, som medverka till uppkomsten av den resterande spridningen, må det anses som ett utomordentligt tillfredsställande resultat, att denna resterande spridningskvadraten vid korrelationsräkningen kunnat nedbringas till endast 33,5 resp. 5,6 % av den ursprungliga. De motsvarande värdena å korrelationsförhållandet mellan å ena sidan torrsubstanshalten, å andra sidan antalet dagar med medeltemperatur  $\geq +6^\circ$  och latituden bli även så höga som 0,816<sup>1</sup> resp. 0,972; detta som nämnt under förutsättning av normal fördelning av torrsubstanshaltvärdena.

### SAMMANFATTNING.

Sambandet har undersökts mellan torrsubstanshalten hos tallplantor av olika härstamning, uppdragna vid Experimentalfältet, samt härstamningsorternas klimat och latitud. Plantmaterialet utgjordes dels av 582 provenienser, av vilka årsplantor undersökts, dels av 39 provenienser, av vilka såväl årsplantor som årsbarr av äldre plantor undersökts ett flertal gånger. Härstamningsorternas lägen framgå av kartorna fig. 25 resp. 34. Den första av dessa figurer visar även i stora drag, huru med högre torrsubstanshalt hos plantorna vid Experimentalfältet härstamningsorterna återfinnas å en i medeltal nordligare breddgrad.

Vid beräkningen, som utfördes som multipel korrelationsräkning, framkom, att i föreliggande fall torrsubstanshalten i tallplantorna vid Experimentalfältet kan uttryckas som en funktion av dels antalet dygn med normal medeltemperatur uppnående resp. överskridande  $+6^\circ$ , dels nordliga bredden å härstamningsorten. Beträffande de 582 provenienserna eliminerades  $\frac{2}{3}$  av torrsubstansvärdenas spridningskvadrat kring deras eget medelvärde i och med inflytandet av dessa båda faktorer, vilket motsvarar ett korrelationsförhållande av 0,816<sup>1</sup> under antagande av normal fördelning av torrsubstans-

<sup>1</sup> För att giva en ungefärlig uppfattning om såddplatsens inflytande kan meddelas, att vid ett försök 1935 konstaterades, att den spridningsökning, som förorsakades av platsen för sådden motsvarande ett  $s = c:a$  0,60. Räkna vi med detta värde i föreliggande fall, erhålla vi efter att från  $s_2 = 0,830$  ha eliminerat den spridning, som platsen sålunda antages hava förorsakat, ett resterande  $s_3 = 0,57$ , förhållandet  $\left(\frac{s_3}{s_1}\right)^2 = 0,160$ , motsvarande ett korrelationsförhållande av 0,917. Härvid bör märkas, att det inflytande på spridningen, som vi här räknat med, 0,60, avser en mindre del av plantskolan, och torde därför vara att betrakta som ett minimivärde i föreliggande fall.

värdena. I fråga om de 39 provenienserna kunde icke mindre än  $17/18$  av den ursprungliga spridningskvadraten hänföras till inflytandet av de båda nämnda faktorerna; korrelationsförhållandet blir i detta fall under nyssnämnda förutsättning 0,972.

I den mån torrsubstansvärdena äro ett tillförlitligt uttryck för den fysiologiska variabilitet, som följer av anpassningen till hemortens klimatförhållanden, tillåta oss ovan anförda resultat den slutsatsen, att de klimatfaktorer, till vilka de olika tallprovenienserna anpassat sig, representeras väl av hemortens nordliga bredd samt vegetationsperiodens längd, då vegetationsperioden representeras av det antal dygn den normala medeltemperaturen uppnår eller överskrider  $+6^{\circ}$ .

Till denna slutsats må dock fogas den reservationen, att den icke utan vidare får utsträckas till att gälla utom det område, från vilket de undersökta provenienserna härstamma; jfr fig. 25 och 34. Detta gäller särskilt de i regressionsformlerna (2) och (4) ingående siffervärdena. I princip torde dock den ovanstående slutsatsen ha en betydligt större räckvidd.

## KAP. 7. TALLENS FYSIOLOGISKA VARIABILITET, DESS ÄRFTLIGHET OCH EKOTYP-BEGREPPET.

### Variabilitetens ärftlighet.

Det är en fråga av stort intresse, huruvida sådana egenskaper, i fråga om vilka differenser konstaterats mellan olika provenienser av tall eller andra trädslag, genom arv överförs till nästa generation. Inledningsvis skall här påpekas, att det alldeles icke finnes någon anledning att a priori förutsätta, att differenser mellan olika provenienser av tall eller andra trädslag icke skulle vara ärftliga på precis samma sätt och i samma mån som differenser mellan olika sorter eller ekotyper (jfr nedan) av örtartade växter. Skillnaderna röra i båda fallen samma egenskaper: köldhärdighet, osmotiskt värde, periodicitet, tillväxthastighet,<sup>1</sup> etc., ehuru ärftligheten ju icke lika lätt kan fastställas hos ett träd som hos en ettårig eller snart blommande flerårig ört (jfr NILSSON-EHLE 1914). TURESSON (1930 a) framhåller även, att »The hereditary nature of the 'climatic varieties', grown under controlled conditions from seed material of forest trees of different provenance . . . has also been made reasonably certain.»

<sup>1</sup> Av intresse i detta sammanhang är, att då HERIBERT-NILSSON (1918) undersökte hybriden *Salix caprea*  $\times$  *viminalis*, så fann han i andra bastardgenerationen ( $F_2$ ) diverse fysiologiska abnormiteter: nedsatt vinterhärdighet, minskad motståndskraft mot parasit-svampar, abnorm periodicitet, o. s. v.

Vi ha sett, att påtagliga differenser lätt kunna fastställas mellan plantor av tall och gran etc. uppdragna ur frö härstammande från olika orter. Under årens lopp ha emellertid även en del viktiga försök av olika forskare utförts med frö hämtat från tidigare anlagda proveniensytor, där således härstamningen är olika, men fröet fått mogna under samma yttre förhållanden. Därvid är dock att märka, att några isoleringar av olika provenienser icke företagits. Kotten har endast samlats från träd av viss proveniens, varför blott moderträdet härstamning är känd. Trots detta ha moderträdens egenskaper i ej ringa utsträckning visat sig gå i arv.

I fråga om gran har tillväxthastighet och periodicitet (ENGLER 1913, BURGER 1926) såväl som allmän övervintringsförmåga (FLURY 1927) och torrsubstanshalt (BORNEBUSCH 1935) visat sig gå i arv.

I fråga om tall meddelar MÜNCH (1924) en del mycket betydelsefulla fakta. Han hade skördat frö från en av SCHOTT anlagd proveniensyta, och fann de av detta frö uppdragna plantorna likna moderträden, trots att korsbefruktnings mellan olika provenienser torde ha ägt rum. »Von einem Einfluss dieser Fremdbestäubung ist aber an den Nachkommen kaum etwas zu bemerken, die Pflanzen scheinen ganz den Mutterbäumen nachgeschlagen zu sein.» De egenskaper, som därvid åsyftas av MÜNCH äro periodicitet, vinterfärgning och »besonders die spezifische Wüchsigkeit». Ifråga om tillväxten uppgives ärftligheten hava gjort sig tydligt gällande i ännu en generation, trots att icke några åtgärder vidtagits till förhindrande av korsbefruktnings. Större eller mindre immunitet mot tallskytte, *Lophodermium*, har även av MÜNCH (1932) fastställts vara ärftlig, i det att plantor ur frö från sydfranska tallar uppdragna vid Trippstadt i Pfalz angreps av parasitsvampen, medan å andra sidan plantor ur frö från på samma provyta växande finska och belgiska tallar bibehöll moderträdens ådagalagda resistens.

Synnerligen intressanta och viktiga fakta i fråga om torrsubstanshaltens ärftlighet hos olika provenienser av gran ha nyligen framlagts av BORNEBUSCH (1935). Vid Valby Hegn å nordöstra Själland finnes en yta bevuxen med nu c:a 20-åriga granar, vilka uppdragits ur frö från Norge, Finland, Ryssland, Lettland, Tyskland och Danmark. Torrsubstanshalten bestämdes i barrprov från grenar av dessa träd, varvid visserligen icke några större differenser mellan olika provenienser kunde konstateras, men likväl en viss tendens till högre torrsubstanshalt hos nordligare än hos sydligare provenienser framträdde, se tab. 33 (jfr Tabel X, BORNEBUSCH 1935, sid. 360). Samtidigt undersöktes årsplantor ur frö från Finland, Lettland och Tyskland. I detta fall visade det sig, att de erhållna differenserna mellan olika provenienser i avseende å torrsubstanshalten voro avsevärt större.

Från ytan vid Valby Hegn samlades frö från granar av de olika förekom-

Tab. 33. Torrsubstanshalten i årsplantor och barr av gran av olika härstamning, efter BORNEBUSCH (1935, Tabel X).

Trockensubstanzgehalt einjähriger Fichtenpflanzen und -nadeln verschiedener Herkunft. Nach BORNEBUSCH (1935, Tab. X)

Proveniens	Torrsubstanshalt Trockensubstanzgehalt		
	Årsplantor ur importerat frö 1-jährige Pflanzen aus eingeführten Samen	Årsplantor ur frö från Valby Hegn 1-jährige Pflanzen aus Samen von Valby Hegn	Barr från 21-åriga granar i Valby Hegn Nadeln 21-jähriger Fichten in Valby Hegn
Stenkjær .....	—	44,3	41,5
Tavastehus .....	46,6	42,6	42,8
Lettland .....	44,1	40,7	41,0
Smolensk .....	—	39,9	41,0
Braunschweig .....	41,4	—	—
Harz .....	—	40,1	40,9
Thüringen .....	—	39,3	40,7
Schwarzwald .....	—	39,1	40,7
Gribskov .....	—	39,5	40,5
Gribskov .....	—	39,4	39,8
Villestrup .....	—	38,2	39,2
Gludsted .....	40,0	—	—
Rumänien .....	37,4	—	—

mande provenienserna, och torrsubstanshalten undersöktes i de årsplantor, som erhöles ur detta frö. Det visade sig då, att differenserna mellan olika provenienser voro påtagligt större beträffande årsplantorna än beträffande moderträden själva. Å andra sidan voro differenserna mindre då plantorna uppdagits ur frö från Valby Hegn än då de erhöles ur frö importerat direkt från härstamningsorterna i olika länder. Samtliga värden å torrsustanshalterna äro sammanförda i tab. 33.

Anledningen till att relativt små differenser i torrsustanshalt kunde fastställas mellan moderträden av olika härstamning torde knappast kunna ifrågasättas. Varje individ har en viss förmåga att modifiera sig alltefter de yttre betingelserna. Så långt denna förmåga räcker, torde såväl nordligare som sydligare provenienser förändra sin fysiologiska inställning i riktning mot den som representeras av kulturplatsens hemmaproveniens. Omstämningen sker så småningom. Ett parallellfall till de av BORNEBUSCH fastställda torrsustanshalterna erbjuder en del av mitt material: som synes av tab. 17 existera tydligen stora differenser i fråga om torrsustanshalt mellan de 6 vegetationsperioder gamla tallplantorna, men vid undersökning av torrsustanshalten i barr från 20—30 år gamla tallar av olika proveniens å ett par av SCHOTTES och MAASS' försöksytor fann jag differenserna vara ytterst obetydliga; torrsustanshalten för samtliga provenienser hade förändrat sig i riktning mot det normala för den trakt, där ytorna ligga.

Ett annat exempel på en dylik omstämning under årens lopp erbjuder vin-

terfärgningen. De nordiska tallar, som använts vid proveniensförsöken i Schweiz, visade under de första åren en mycket påfallande vinterfärgning (jfr ENGLER 1913). Under senare åren har emellertid färgningens intensitet mer och mer avtagit, och är nu knappast märkbar å de lågt belägna ytorna. Å de högt och kallt belägna ytorna har däremot vinterfärgningen bibehållit sig (BURGER 1931).

Av största intresse är därför att BORNEBUSCH visat, huru denna moderträdens modifikation efter kulturplatsens klimatförhållanden icke hindrar, att den för provenienserna typiska fysiologiska inställningen ånyo tydligt framträder i fråga om avkomman. Det torde därmed voro fullt styrkt, att vi här icke ha att göra med någon slags »Dauermodifikation», en inverkan på avkomman av de ursprungliga moderträdens endast modifierativa tillpassning efter växtplatsens i hemlandet yttre betingelser, som efter en eller annan generation under andra yttre betingelser skulle försvinna. Här föreligger en ärftlig egenskap; en egenskap, som lämnas i arv från moderträden, trots det att dessa händelsevis befinna sig under sådana yttre förhållanden att de för egen del modifierat sin torrsubstanshalt i viss riktning bort från det för dem å deras hemort normala tillståndet.

Anledningen till att avkomman av träd i Valby Hegn visar mindre differenser mellan olika provenienser i fråga om torrsubstanshalt, än plantor ur frö från de olika länder, varifrån moderträden stamma, låter sig icke avgöra. Man kan i detta fall dels tänka sig, att redan moderträden under sin uppväxttid underkastats en viss gallring på naturlig väg, varvid de nordliga proveniensernas nordligaste och de sydliga provenienserna sydligaste individ försvunnit (jfr nedan sid. 374), varjämte naturligtvis stora förutsättningar finnes för korsbefruktnings mellan olika provenienser på en provyta med ett stort antal parceller (BORNEBUSCH 1935), dels är det alls icke omöjligt, att årsplantornas torrsubstanshalt påverkas av det klimat, som råder under mognaden av fröet. Ovan har omnämnts (sid. 292), huru halten av katalas är högre i frö, som fått mogna i nordliga eller högt belägna trakter. IWANOW (1929) har visat, att jodtalet i linolja är högre, då fröet fått mogna vid lägre temperatur. Det är allmänt känt, huru frövikten påverkas av temperaturförhållandena under mognaden; BORNEBUSCH (1935) har emellertid nu påvisat att vikten är lägre i fråga om frö från nordliga än från sydliga granprovenienser även då fröet fått mogna under samma yttre betingelser i Vallby Hegn. — Mycket intressant är ett meddelande av BATHEN (1929), att i Troms fylke är frö av granar, som uppdragits ur frö från sydliga trakter, mycket överlägset det söderifrån direkt hämtade fröet. Huruvida förklaringen på detta förhållande är att i första fallet fröet uppstått efter befruktning med pollen från spontan gran, eller om förklaringen får sökas i något helt annat förhållande, måste här helt lämnas å sido.

Tab. 34. Torrsubstanshalten i årsplantor av tall ur frö från tallar av olika proveniens vid Torared invid Tönnersjöhedens försökspark.

Trockensubstanzgehalt einjähriger Kiefernplanzen aus Samen von Kiefern verschiedener Provenienz bei Torared in der Nähe vom Tönnersjöhedens Versuchsrevier.

Proveniens	Nordlig bredd Nördliche Breite	Torrsubstanshalt Trockensubstanzgehalt
Jämtland...	62°45' — 63°50'	27,1
Hälsingland.....	61°40' — 61°55'	27,1
Dalarna, Kloten.....	59°55' — 60°	27,0
Södermanland, norra.....	59°15' — 59°25'	27,1
Västergötland, norra.....	58°40' — 59°	26,9
Småland, Kosta.....	56°50' — 56°55'	26,5
Småland, Sunnerbo.....	56°30' — 56°50'	26,7
Eberswalde, Brandenburg.....	52°50'	26,6
Darmstadt, Hessen.....	49°	25,7

För egen del har jag blott i ringa utsträckning haft tillfälle att undersöka tallplantor av 2:a generationen. De resultat, som därvid framkommit, överensstämma emellertid i stort sett med vad som ovan meddelats för gran. Tvenne försök ha utförts.

Kott insamlades från c:a 30-åriga tallar av olika härstamning å en försöksyta vid Torared invid Tönnersjöhedens försökspark. Fröet utsåddes våren 1935 och årsplantorna undersöktes hösten samma år. De erhållna torrsubstansvärdena återgivas i tab. 34. Ehuru i detta fall endast en proveniens, Darmstadt, är säkert skild från någon (för övrigt alla) av de övriga, framträder dock — ehuru mycket svagt — en tendens till högre torrsubstanshalt med stigande nordlig bredd i fråga om moderträdens härstamning. En anledning till de synnerligen små differenserna torde kunna vara, att å ytan vid Torared förekomma de nordligaste och de sydligaste provenienserna sida vid sida — Darmstadt gränsar dock till Eberswalde samt Jämtland, av vilken senare härstamning emellertid ganska få träd numera återstå, vilket sannolikt är förklaringen till att avkomman av Darmstadt-tallarna visat jämförelsevis låg torrsubstanshalt.

Ett annat försök utfördes samtidigt. Vid Århult i Krogsereds socken i Halland besåddes år 1903 ett område med tall från Jämtland. Följande år voro plantorna på grund av sin härstamning naturligtvis små, kulturen ansågs misslyckad och området nysåddes, denna gång med frö av tall från orten. Resultatet av denna dubbla sådd blev ett bestånd av blandad jämtländsk och halländsk tall, där den förstnämnda proveniensen utmärkes genom kortare stam och smalare kronor jämfört med de storvuxna och yviga tallarna av hemmaproveniens. Fig. 35 visar en kantbild av beståndet med ett halvt dussin jämtlandstallar i förgrunden samt några tallar av ortens frö bakom dessa.

Genom vänligt tillmötesgående av länsjägmästare friherre G. PFEIFF er-



Ur Stat. skogsförsöksanst. saml.

Foto av förf. 1934.

Fig. 35. Bestånd av tall härstammande dels från Jämtland, dels från orten vid Århult, Krogsereds socken, Halland. De jämtländska tallarna, i förgrunden, äro lägre och ha smala kronor, de halländska tallarna äro högre och långgreniga.

Kiefernbestand, herkommend teils aus Jämtland (etwa 63° n. Br.), teils aus der Umgebung von der Standort, Århult (Kirchspiel Krogsered, Halland, etwa 57° n. Br.). Die jämtländischen Kiefern (im Vordergrund) sind niedriger und haben schmale Kronen, die halländischen Kiefern sind höher und haben lange Äste.

höll jag våren 1935 kott insamlad från 12 hallandstallar och från 11 jämtlandstallar i det nämnda beståndet. Fröet utsåddes samma vår och torrsubstanshalten bestämdes i november samma år. Torrsubstanshalten var då i plantor ur frö av jämtlandstallarna i medeltal c:a 0,84 % (av friskvikten) högre än i plantor ur frö av hallandstallarna. Differensen är statistiskt säkerställd, då  $P$  faller mellan 0,01 och 0,02 ( $P = \text{c:a } 0,016$ ; jfr FISCHER 1932). Det är visserligen sant, att man vid beräkning av torrsubstansvärdena enligt formel (2) erhåller en differens av c:a 2,4 %, om man räknar med å ena sidan Århult, å andra sidan Bispgården. Här föreligger således samma förhållande, som framkom vid BORNEBUSCHS undersökningar, nämligen att en mindre differens utmärker plantor ur frö, som fått mogna på samma plats och som säkerligen delvis uppkommit till följd av korsbefruktning mellan olika proveniensers. Även i detta fall kan man förutsätta viss selektion av de till fröbar ålder komna tallarna av den främmande proveniensens.



Även om skillnaderna mellan olika provenienser avsevärt minskats i den 2:a generationen, är det dock fastslaget, att differenser i fråga om torrsubstanshalt ha konstaterats mellan tallplantor ur frö från moderträd av olika proveniens men växande under samma yttre betingelser. Torrsubstanshalten är sålunda en ärftlig egenskap, liksom tidigare visats vara fallet med tillväxthastighet, periodicitet, vinterfärgning och resistens mot *Lophodermium* hos tall, samt torrsubstanshalt, tillväxthastighet och periodicitet hos gran.

### Den fysiologiska variabilitetens förändringar med härstamningen.

I de föregående kapitlen ha behandlats de olikheter, som kunnat konstateras mellan tallplantor av olika härstamning, då de uppdragas vid sidan av varandra under lika yttre betingelser. Vi ha sett vilka egenskaper som konstaterats variera, och torde därvid även insett, att kvantitativa förändringar av snart sagt vilken som helst av alla de egenskaper, som i tidigare kapitel omnämnts, äro att uppfatta som tecken på proportionsvis mer eller mindre långt gående olikheter i den fysiologiska inställningen mellan plantor av olika proveniens. Sist har även påvisats, huru för tall och gran en del av de allra viktigaste av de fastställda olikheterna mellan olika provenienser äro till sin natur ärftliga, nämligen torrsubstanshalt, tillväxthastighet och periodicitet, samt även vinterfärgning och resistens mot *Lophodermium*. Även i det fallet torde gälla, att om en av dessa egenskaper fastställts vara ärftlig, betyder detta, att ärftliga olikheter föreligga beträffande den fysiologiska inställningen.

I närmast föregående kapitel har vidare påvisats, huru tallens fysiologiska variabilitet står i nära samband med förhållanden, vilka komma till uttryck genom härstamningsortens latitud och längden av dess vegetationsperiod; vegetationsperioden då representerad av den tid, under vilken den normala dygnsmedeltemperaturen uppnår eller överskrider  $+6^{\circ}$ . Latitudens inflytande skall här icke närmare diskuteras—därvid torde väl i främsta rummet vara fråga om ljusförhållanden. Av stort intresse är att finna temperaturens inflytande bäst representerat av en faktor uttryckande vegetationsperiodens längd, detta i bästa överensstämmelse med de uttalanden, som gjorts av bl. a. ÖRTENBLAD, SCHOTTE, HAGEM, MÜNCH och andra forskare, som ägnat sig åt studier av proveniensfrågan. Ytterligare belyst torde denna fråga kunna bliva, när hela det utländska materialet hunnit genomarbetas; det härstammar ju från ett både större och beträffande såväl latitud som klimatförhållanden mera varierande

område än det, varifrån de provenienser stamma, vilka lämnat material för de i föregående kapitel meddelade regressionsundersökningarna.

Det har sitt mycket stora intresse, att något närmare taga del av de åsikter om arten av tallens fysiologiska variabilitet, som på grundval av tidigare utförda proveniensförsök blivit framlagda.

Inledningsvis ha berörts de viktiga och grundläggande försök, som vid seklets början utfördes av SCHOTT och ENGLER. De slutsatser dessa båda forskare drogo av sina försök, framgå av följande citat:

»Wir können mithin soviel physiologische Varietäten der Kiefer innerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes aufstellen, als es in diesem Verbreitungsgebiete Gegenden gibt, die sich durch Klima und sonstige für den Wuchs wichtige Faktoren voneinander unterscheiden. An den Grenzen der alten Gebiete werden natürlich auch die Varietäten ineinander übergehen, so dass wir eine fortlaufende Kette von Süde nach Norden wie von Westen nach Osten, von der Ebene bis in das Gebirge annehmen können, deren einzelne Zwischenglieder je nach ihrer Entfernung mehr oder weniger sich als Repräsentanten einer charakteristischen physiologischen Varität zu erkennen geben.» (SCHOTT 1904 sid. 602—603).

Då SCHOTT (1907) beskriver en del »raser» av tall, skriver han i sin definition av »ras»: »Diese Rassen der Kiefer . . . sind auf dem ungeheuren Verbreitungsgebiet der Kiefer in unbegrenzter<sup>1</sup> Zahl vorhanden.»

ENGLER (1908) kom till slutsatsen, »dass die von Süd nach Nord und von den Tieflagen Mitteleuropas bis zur oberen Waldgrenze der Alpen auftretenden Formen dieser Holzart zwei, einander zehr ähnliche, kontinuierliche Reihen darstellen, deren Anfangs- und Endglieder durch eine grosse Zahl von Zwischengliedern verbunden sind. Die norddeutsche Föhre lässt sich ebensowenig durch scharfe morphologische und biologische Merkmale von der südschwedischen trennen als diese von der Föhre Lapplands, und in gleicher Weise sind die kur- und livländischen Föhren nur klimatische Übergangsformen von der ostpreussischen zur finnischen Föhre. Es handelt sich bei den Föhren der verschiedenen Gebiete Europas immer nur um das Mehr oder Weniger der gleichen Eigenschaften, scharfe Grenzen bestehen nirgends.»

WIBECK, SCHOTTE och ENEROTH ha som nämnt satt tallens variabilitet inom Sverige i samband med på olika sätt beräknad års- resp. somarmedeltemperatur (jfr ovan sid. 334) och funno, att variabiliteten i stort sett avspeglade temperaturförhållandena å resp. proveniensers hemorter. Detta har i föregående kapitel ytterligare bekräftats på ett avsevärt större material, varvid dock framkommit, att den fysiologiska variabiliteten står i nära sam-

<sup>1</sup> Spärrat av mig.

band icke blott med temperaturförhållanden utan även med latituden. Då klimatet emellertid i stort sett förändras gradvis, från söder mot norr och från kust resp. lågland upp mot höjdlägen, så följer som konsekvens därav, att tallens fysiologiska variabilitet även förändras gradvis, från söder mot norr och från kust resp. lågland upp mot höjdlägen. Variabiliteten blir sålunda kontinuerlig (jfr CAJANDER 1921).

Det viktiga synes mig därvid kanske icke så mycket vara kontinuiteten i och för sig, utan fastmera det förhållandet, att den fysiologiska variabiliteten så noga som fallet är synes motsvara hemortens latitud och längden av dess vegetationsperiod. Kontinuiteten följer sedan så att säga i andra hand då förskjutningarna i fråga om latitud och vegetationsperiodens längd äro kontinuerliga.

Frågan om huru en ärftlig [fysiologisk inställning hos tallplantor av olika proveniens så smidigt som fallet synes vara kan vara förbunden med resp. hemortens latitud och längden av deras vegetationsperiod, eller korrekture: efter lokala förhållanden, som kunna bringas till uttryck genom den nordliga bredden samt antalet dygn med normal medeltemperatur  $\geq +6^\circ$ , faller egentligen helt utanför detta arbetes ram, och skall därför endast i förbigående här beröras. Som vi skola se, förutsatte CIESLAR, liksom även SCHOTT och ENGLER, en mer eller mindre direkt inverkan på arvsfaktorerna av de yttre förhållandena, en lamarckistisk åskådning sålunda, som f. ö. fortfarande hyses av exempelvis zoologerna RENSCH (1929) och MELIN (1935).

GOLDSCHMIDT, som från genetisk synpunkt ingående studerat den geografiska variabiliteten hos *Lymantria dispar*, en släkting till nunnan, urskiljer fyra olika typer av ärftliga olikheter (»Erbverschiedenheiten»): 1) mutationer utan utvecklingsvärde (»Evolutionswert»); 2) mutationer, som endast förekomma inom vissa lokalraser, men som icke äro karakteristiska för dessa raser; 3) ärftliga olikheter, som karakterisera lokalraserna inom stora arealer; samt 4) »Erbeigenschaften, die sich in einer typischen Reihenfolge von Areal zu Areal verändern, und zwar parallel mit erfassbaren Veränderungen des Milieus». Till dessa ärftliga egenskaper hör bl. a. en, som i detta sammanhang är av allra största intresse, nämligen »die typische erbliche Dauer der Überwinterungszeit, die bei den sämtlichen geographischen Rassen so eingestellt ist, dass sie genau mit den Verhältnissen des Jahreszeitenzyklus der betreffenden Region übereinstimmt. Diese genau untersuchte Eigenschaft lehrt uns, dass ein ausgesprochener Anpassungscharakter an die Umgebung in einer grossen Serie von Typen sich durch verschiedene mendeelnde Gene unterscheidet, also so entstanden sein muss, dass eine vorhandene Mutation oder Kombination von Mutationen es der Form ermöglichte, in ein neues Klima einzuwandern, . . . » (GOLDSCHMIDT 1932). Om sålunda olika kombinationer av

gener (arvsfaktorer) möjliggöras genom förekomsten av mutationer, och därefter en utgallring av för ståndsortsförhållandena olämpliga typer äger rum, synes en sådan variabilitet som tallens lätt kunna förklaras. Framhållas bör, att vi här röra oss med teorier, då ännu endast mycket få fakta finnas att bygga på; dock meddelar BAUER (1930), att »Bei *Antirrhinum* kommen . . . kleine Mutationen vor, die durchaus im Rahmen des Physiologischen bleiben».

Inom varje tallbestånd kunna vi antaga existensen av ett stort antal ärftligt skilda typer, biotyper (jfr RAUNKJÆR 1918). Bland dessa finnas de, vilka i förhållande till beståndets medeltal äro »sydliga», om vi så få säga, d. v. s. utmärkas av fordran på lång vegetationsperiod, av hastig tillväxt, låg torrsubstanshalt etc., medan andra typer äro förhållandevis »nordliga», i det att de utmärkas av långsam tillväxt, en för växtlokalen onödigt stor köldhårdighet, hög torrsubstanshalt<sup>1</sup> etc. (jfr fig. 5, 6 och 7). De mest extrema av dessa »sydliga» såväl som »nordliga» typer torde stå i sådan disharmoni med de yttre förhållandena, att de med tiden utgallras. Om på sådant sätt en utgallring av för de lokala förhållandena olämpliga genkombinationer äger rum, kommer detta att inverka så, att anlagstyperna i större eller mindre utsträckning samlas omkring optimala medeltyper. På så sätt kunna även närbelägna provenienser komma att skilja sig, ehuru obetydligt, från varandra i avseende å medelvärden (jfr LANGLET 1934 a).

För att en sådan utgallring skall kunna äga rum med ovan skisserat resultat, är det nödvändigt, att de varierande egenskaperna ärftligt betingas av ett förhållandevis stort antal gener, då endast i så fall ett stort antal olika genkombinationer kunna förekomma, och en hel serie av sinsemellan obetydligt åtskilda biotyper uppstå. Detta torde emellertid vara fallet, då man här har att göra med differenser av kvantitativ art, som ENGLER framhållit (jfr ovan sid. 372). Som ett exempel på en dylik egenskap, som visar en typisk kvantitativ variabilitet från den ena sorten till den andra, kan här anföras övervintringsförmågan, som hos veteplantor påvisats vara en polymer egenskap (NILSSON-EHLE 1912, SAULESCU 1931), d. v. s. en egenskap, som är ärftligt betingad av ett flertal gener. Då det gäller kvantitativt varierande egenskaper, torde man kunna räkna med ett betydande antal gener, snarare 100—200, än 10—20 gener enligt RASMUSSEN (1933).

Såsom nödvändiga förutsättningar för att en kontinuerlig variabilitet skall kunna föreligga, måste sålunda tvenne villkor vara uppfyllda:

- 1) de betingande yttre förutsättningarna (klimat etc.) måste variera kontinuerligt, och
- 2) de varierande egenskaperna måste vara av kvantitativ art; de måste ärftligt betingas av ett större antal gener.

<sup>1</sup> Åtminstone på plantstadiet.

Även om dessa villkor äro uppfyllda, är det dock icke nödvändigt, att en kontinuerlig variabilitet under alla omständigheter måste uppstå; exempelvis kan en diskontinuitet vara följden av att en växt inom olika delar av sitt utbredningsområde utmärkes av olikheter i fråga om kromosomgarnityret: »with polyploidy there may follow a change in the ecological and plantgeographical value of the plant» (HAGERUP 1933). Även plantornas storlek och bladutbildning påverkas ofta av ett förändrat kromosomtall (jfr sammanställning av MÜNTZING 1936). I fråga om olika tallprovenienser ha emellertid icke några differenser beträffande kromosomtalet anträffats (LANGLET 1934 a).

### Tallens variabilitet och ekotyp-begreppet.

I kapitel 5 uppräknades ett antal olika trädarter, som på liknande sätt som tallen visa en mer eller mindre utpräglad variabilitet i olika avseenden beroende på härstamningen. Bland dessa träd kan här särskilt påpekas granen, som varierar såväl i fråga om tillväxthastighet, periodicitet<sup>1</sup> etc., som även beträffande torrsubstanshalt och sockerhalt (jfr LANGLET 1934 b, fig. 1, BORNEBUSCH 1935). Det torde därför icke finnas någon anledning att betrakta tallens variabilitet som ett undantagsfall, även om den kanske är mera påfallande och av större praktisk betydelse än i många andra fall.

Icke heller ha vi någon anledning att betrakta tallens variabilitet som ett undantagsfall, om vi jämföra den med förhållandena inom andra delar av växtvärlden (jfr NILSSON-EHLE 1914) eller inom djurvärlden (jfr RENSCH 1929). En påfallande parallellitet med vissa kulturväxter föreligger, i det att exempelvis nordliga provenienser av tall skilja sig från sydliga i mångt och mycket på samma sätt, som hårdigare vetesorter från ömtåligare. Vetesorterna äro visserligen till väsentlig del produkter av avsiktlig rasförädling, men utgångsmaterialet för denna förädling var dock från första början ursprungligen »lantraser», som i högre eller lägre grad anpassat sig efter resp. odlingsområdets naturbetingelser. Som ett exempel på dylika efter klimatförhållanden tillpassade lantraser kan här nämnas de afganska bergraser av vete, som undersökts av TUMANOW & BORODIN (1930) med avseende å köldhårdigheten; dessa vetesorter härstammade från höjdlägen mellan 680 m och 3350 m ö. h. och visade i stort sett en med härstammningsortens höjd tilltagande hårdighet.

<sup>1</sup> Av mycket stort intresse är att TIRÉN (1935) kunnat konstatera, att beträffande granen framträder en tydlig avstämning, »i det att den för blomning erforderliga värmesumman ovanför de varierande bästa gränsgraddtalen uppvisar en sjunkande tendens från norr mot söder». Temperaturens inverkan fann TIRÉN göra sig gällande, så snart dygnsmedeltemperaturen överskrider  $+2-4^{\circ}$  i södra,  $\pm 0-+2^{\circ}$  i mellersta, samt  $-2-\pm 0^{\circ}$  i norra Sverige. TIRÉN konstaterar, att en liknande avstämning som tallen har även granen undergått.

Ett slående parallellfall till tallen i fråga om variabiliteten är rödklöver, vilket framhållits av SYLVÉN (1930): rödklövern är mycket känslig för klimatets påverkan, varför genom naturens gallring av alla för lokalklimatet olämpliga typer i en ursprungligen från annan ort hämtad rödklöverstam förr eller senare uppkommer en lokalstam av för trakten lämpligaste sammansättning. På samma sätt som undersökningarna över tallens proveniensfråga givit anledning till slutsatsen, att i regel hemortens frö bör användas, d. v. s. att om möjligt naturföryngring bör eftersträvas (jfr CIESLAR 1899, ENGLER 1905, MAYR 1911 m. fl.), ha kulturförsök med rödklöver givit vid handen, »att i de i olika provinser utförda försöken stå ofta någon eller några af resp. provinserns stammar högst i afkastning» (WITTE 1913).

Beträffande bomullsbusken har samma förhållande konstaterats: »Locally grown seed outyielded introduced seed in 60,3 per cent of the places where the average yield of all named varieties was compared with the yield of local seed» (HALE 1933).

I ett antal arbeten har TURESSON behandlat den ekologiska variabiliteten för ett flertal perenna örter. Han har därvid mera eftersträvat att påvisa befintligheten av dylik variabilitet, samt att styrka variabilitetens ärftlighet, än han har studerat variabilitetens samband med ekologiska förhållanden å härstamningsorterna. I motsats mot vad som skett i fråga om den undersökning, som här framlägges, där ett mycket omfattande material hopbragts av en enda art, har TURESSON studerat ett stort antal arter, ehuru i regel endast ett fåtal provenienser av varje art. TURESSONS undersökningar och de ovan framlagda resultaten av undersökningarna över tallens variabilitet komma därför att i viss mån komplettera varandra.

Som benämning på en efter de ekologiska förhållandena på ståndorten anpassad population, har TURESSON (1922 a) infört termen ekotyp: »The terme ecotype is proposed here as ecological unit to cover the product arising as a result of the genotypical response of an ecospecies<sup>1</sup> to a particular habitat.» Dylika ekotyper har TURESSON (t. ex. 1922 b, 1929, 1930 a, 1931, 1932) fastställt förekomma inom ett antal mera spridda arter.

Det resultat, som följer med »the genotypical response» av en population till de å ståndorten rådande ekologiska förhållandena, har av TURESSON (t. ex. 1930, 1931, 1932) karakteriserats huvudsakligen genom angivande av planthöjd och tidighet, men även skillnader i fråga om osmotiskt värde samt transpiration ha fastställts (TURESSON 1927 b resp. 1928). Då olika undersökta tallprovenienser sinsemellan skilja sig bl. a. just genom olika tillväxthastighet, som kommer till uttryck i olika planthöjd hos de olika hastigt växande tallplantorna, samt även genom olika tidighet (jfr fig. 17 och 24), torde det vara klart, att, enligt den anförda definitionen på ekotyp, detta

<sup>1</sup> »Ecospecies» avser en växtart som t. ex. *Pinus silvestris* eller *Picea excelsa*.

begrepp täcker vad som här hittills betecknats såsom »proveniens», då jämförelse skett mellan i fysiologiskt avseende olika provenienser. MÜNCH (1932) framhåller även, att TURESSONS »Ergebnis entspricht bis ins einzelne den Befunden der gleichartigen forstlichen Anbauversuche mit Baumrassen» (jfr även TURESSON 1930), och betonar huru »Diese wichtigen, für die ökologische Pflanzengeographie wie für die Fortentwicklung der Systematik gleich bedeutsamen Arbeiten TURESSONS bilden so eine vorzügliche Bestätigung und Ergänzung der gleichlaufenden forstbotanischen Forschungen».

Den definition TURESSON (1922 a) givit å ekotyp passar således exakt de i fysiologiskt hänseende sinsemellan olika provenienser av tall, som i de föregående kapitlen behandlats, och vilkas variabilitet återspeglar just förhållandena å härstammingsorten, d. v. s. deras »particular habitat». Följande sammanfattande uttalande av TURESSON (1930), grundat på ett materiel omfattande ett 30-tal perenna örter, gäller ju lika väl för tallprovenienser eller ekotyper av tall: »... pronounced earliness combines with rather moderate height in the northern part of the investigated area, while in the southern part of the area lateness combines with great height.»

Den variabilitet, som utmärker olika ekotyper av tall (och gran), har i viss utsträckning påvisats vara ärftlig och i princip överensstämmande med den av TURESSON för ekotyper av ett större antal arter av perenna örter konstaterade, ärftliga variabiliteten. En skillnad synes dock vara, att i fråga om tall (och gran) har en kontinuerlig variabilitet kunnat fastställas, då i fråga om de av TURESSON undersökta arterna en kontinuerlig variabilitet visserligen finnes antydd i några av honom publicerade tabeller, men icke heller mera än antydd. Anledningen till denna differens är lätt att förstå, och har redan tidigare berörts: för att en kontinuerlig variabilitet skall kunna visa sig, måste ett stort antal olika provenienser undersökas (jfr även RENSCH 1929). Det är därför icke någon tillfällighet, att just de forskare, som å rikhaltigt material studerat variabiliteten i fråga om tall och gran redan tidigt insågo dess kontinuitet.

Redan omkring sekelskiftet kunde CIESLAR, SCHOTT och ENGLER på grundval av experimentella försök fastställa förefintligheten av olika »klimatiska» eller »fysiologiska varieteter» av bl. a. tall och gran. Dessa benämningar äro direkta synonymer till det av TURESSON senare (1922 a) uppställda begreppet »ekotyp». Då denna sistnämnda term av olika anledningar — däribland dess korthet, det faktum, att termen vunnit spridning, samt icke minst fördelen av att undvika termen »varietet» — synes mig vara att föredraga, anser jag icke att prioriteten bör spela någon roll i detta fall. Prioriteten torde eljest tillkomma termen »chemisch-physikalische Varietät», använd av NÄGELI (1865 sid. 274) i följande sammanhang: »Es ist nun denkbar, dass in dem angenommenen Beispiel in Italien einerseits, in Norwegen oder auf den Alpen anderseits ungleiche innere Constitutionen sich als die vortheilhaftesten er-

wiesen und dass daher sich zwei verschiedene chemisch-physikalische Varietäten ausbildeten». Den anmärkning, som däremot ev. kan göras, nämligen att NÄGELI endast förutsatt »kemisk-fysikaliska varieteter» som en tänkbar möjlighet, drabbar däremot alldeles icke termen »fysiologisk varietet», som uppställdes av CIESLAR (1899) i följande såväl positiva som mycket allmänt hållna ordalag:

»Innerhalb der botanischen Species, ja selbst innerhalb der anerkannten morphologischen Varietäten gibt es physiologische Varietäten, welche der Erblichkeit von im Laufe unendlich langer Zeiträume unter dem Einflusse specifischer Standortsfactoren angeeigneter Charaktere ihre Entstehung verdanken.»<sup>1</sup>

Denna definition täcker begreppet ekotyp lika väl som TURESSONS egen ovan anförda; den av CIESLAR såväl som ENGLER ådagalagda lamarckistiska uppfattningen om huru variabiliteten kommit till stånd spelar ju en synnerligen underordnad roll då det här blott är fråga om att fastställa, att den existerar, som även TURESSON (1930) antytt.

SCHOTT (1904) och ENGLER (1908) drogo senare ut konsekvenserna av CIESLARS yttrande, och uttalade sig på grundval av ett större material för den fysiologiska variabilitetens kontinuitet. Det må vara, att denna slutsats icke kunde anses grundad med hänsyn till det material, som stod till buds; att SCHOTT och ENGLER icke desto mindre hade rätt i sin uppfattning om den fysiologiska variabilitetens kontinuitet har dock senare ådagalagts. Detta först genom SCHOTTES och SAMOFALS försök, samt nu genom den här framlagda undersökningens resultat.

Ovan (sid. 365) har visserligen framhållits, att det hittills bearbetade materialet för denna undersökning härstammar endast från Skandinavien, och att de slutsatser, som därav dragas, icke utan vidare få tillmätas generell betydelse. Denna reservation gäller dock i främsta rummet de i kap. 6 beräknade regressionsformlerna, och speciellt de i dessa formler ingående koefficienternas värden. Däremot torde den tendens, som i allmänna ordalag kan uttryckas så, att tallens fysiologiska variabilitet står i samband med hemortens latitud och klimatförhållanden, ha en avsevärt större räckvidd. Detta framgår bl. a. redan av de i tab. 9 meddelade värdena på torrsubstanshalten för ett 100-tal icke svenska provenienser. Den utförda sammanställningen av SAMOFALS resultat, främst fig. 19, visar, att även inom Ryssland den fysiologiska variabiliteten hos tallen står i god överensstämmelse med hemorternas latitud — någon antydning till en diskontinuitet finna vi icke.

Den enda diskontinuitet, som i fråga om olika tallplantor av olika provenienser åtminstone till synes förekommer, träffas vid jämförelse mellan å ena sidan sydfransk och spansk tall, var. *aquitania* SCHOTT, å andra sidan andra syd- och mellaneuropeiska provenienser: barrställningen är hos var. *aquitania*

<sup>1</sup> Hela meningen spärrad av CIESLAR.



påfallande regelbunden, barren äro kortare, knopparna äro försedda med ett vitt kådöverdrag, barrfärgen är blågrön etc. (jfr även SCHOTT 1904). I detta fall är dock att märka, att var. *aquitania* förekommer isolerad i Central- och Sydfrankrike samt i Spanien varför utbredningen är diskontinuerlig — åtminstone i fråga om det material, som jag förfogat över.

Frågan om den ekologiska variabilitetens kontinuitet eller diskontinuitet kan även formuleras på ett annat sätt: finnas endast från varandra skilda ekotyper, eller förskjutes sammansättningen av de biotyp-komplex, som utgöra ekotyperna, på sådant sätt, att det uppstår en oavbruten serie av ekotyper vilka endast kvantitativt skilja sig från varandra?

Det är ju givet, att även om det senare är fallet, så kan man få ett intryck av en diskontinuitet, om materialet insamlas från endast ett fåtal lokaler, särskilt om några av dessa inbördes överensstämma med avseende på vissa yttre betingelser.

I detta sammanhang kan det vara lämpligt framhålla, att termen »ekotyp» i viss mening täcker tvenne begrepp. Vad jag därmed avser är vad t. ex. ALPATOV (1924) kallat »subspecies geographica» samt »subspecies oecologica», eller vad jag här föredrager att benämna »geografisk-ekologisk» resp. »lokal-ekologisk» variabilitet.<sup>1</sup> Någon egentlig väsensskillnad mellan de ekotyper, som ev. kunna urskiljas som resultat av de nämnda slagen av ekologisk variabilitet torde visserligen knappast förefinnas (jfr t. ex. PHILIPTSCHENKO 1927), men det kan för speciella ändamål vara önskvärt att betona de befintliga olikheterna.

En »lokal-ekologisk» variabilitet finna vi exemplifierad av de olika parallellformer av ett stort antal örter, som CAJANDER (1909) påvisat i Lenaområdet, alltefter som växtplatsen utgjordes av stepp, alpin region eller tundra, samt av de ärftidigt olika ekotyper TURESSON (1922 b) påvisat av *Hieracium umbellatum*: en klipp-ekotyp (»cliff-type»), en dyn-ekotyp (»dune-type»), en inlands-ekotyp (»inland type», »woodland type of the interior»), o. s. v. Att märka är, att i dessa fall de betingande yttre faktorerna emellertid icke variera kontinuerligt; här finnes således ingen anledning att vänta en kontinuerlig variabilitet vid undersökning av motsvarande ekotyper. Huruvida några sådana »lokal-ekotyper» eller »ståndorts-ekotyper» finnas i fråga om tall och andra skogsträd skall här lämnas därhän; någon anledning varför så ej skulle vara fallet torde väl strängt taget icke finnas. En dylik »lokal-ekologisk» variabilitet torde kunna urskiljas i fråga om de utpräglat maritima ekotypernas större motståndskraft mot tallskytte, som ju fastställts beträffande tall från bl. a. Skottland och Norges västkust (om maritima och kontinental tallprovenienser jfr även SCHMIDT 1930 c).

<sup>1</sup> TURESSON (1935) skiljer mellan »klimatekotyper, edafiska och biotiska ekotyper». — (Tillägg i korr.).

Den »geografiska» variabiliteten är naturligtvis även den ekologisk då den innebär en variabilitet uppkommen under inflytande av bl. a. latitud och klimatförhållanden. I viss mån kommer dock denna variabilitet att inrymma något annat än den »lokal-ekologiska», då exempelvis klipp-, dyn- och inlands-ekotyper ju kunna utbildas inom en nordlig såväl som inom en sydlig »geografisk ras». Termen »geografisk ras» användes t. ex. av RENSCH (1929) som beteckning för denna variabilitet. RENSCH betonar synnerligen kraftigt den geografiska variabilitetens kontinuitet. I detta fall föreligger en anpassning efter förhållanden, vilka variera kontinuerligt, varför även den »geografisk-ekologiska» variabiliteten typiskt torde vara kontinuerlig. Differenserna mellan ekotyperna eller provenienserna äro av kvantitativ art; ju större avvikelserna i fråga om de yttre betingelserna äro mellan tvenne orter, ju större äro skillnaderna mellan de å orterna förekommande biotypgrupperna eller ekotyperna.

Ett specialfall av den geografiska variabiliteten föreligger, då väl de yttre faktorerna variera kontinuerligt, men däremot växtartens utbredning är diskontinuerlig. Detta är ett alls icke sällsynt fall, som exemplifieras av alpina arter med »reliktförekomster» (jfr TURESSON 1927 *a*) i andra regioner.

Den goda överensstämmelse, som förefinnes i fråga om skillnader mellan olika ekotyper av tall och olika ekotyper av perenna örter vid motsvarande geografisk utbredning (jfr citatet efter TURESSON 1930, ovan sid. 377) torde tillåta en generalisering av de resultat, som vunnits vid undersökning av tallens ekotyper. Därmed avser jag icke främst, att differenser beträffande torrsubstanshalt<sup>1</sup>, sockerhalt, köldhårdighet etc. skulle kunna fastställas mellan olika ekotyper av perenna växter, lika väl som differenser i fråga om osmotiskt värde (TURESSON 1927 *b*), transpiration (TURESSON 1928) och övervintringsförmåga (TURESSON 1930, ÅKERLUND 1933), utan vad jag avser är möjligheten att uppställa en allmän, eller rättare sagt allmänt förekommande regel, nämligen att de egenskaper, vilka utbildats i samband med tillpassning efter yttre förhållanden, variera på samma sätt som dessa förhållanden själva variera. I fråga om »geografisk-ekologisk» variabilitet — där sådan alls förekommer — torde därför kontinuitet vara förhållanden i typiska fall. I fråga om »lokal-ekologisk» variabilitet torde däremot diskontinuitet vanligen vara utmärkande.

<sup>1</sup> Vid undersökning av torrsubstanshalten i plantor av murgröna, transplanterade till Bergianska trädgården av I. FRÖMAN, erhöles i februari 1935 följande värden:

Proveniens:	Antal plantor:	Torrsubstanshalt, %:
Ösel . . . . .	6	33,4
Södertörn . . . . .	4	32,6
Kolmården . . . . .	3	32,3
Bohuslän . . . . .	6	32,0
Blekinge . . . . .	8	31,1

Differensen mellan Ösel och Blekinge är statistiskt säkerställd:  $P < 0,01$ .

Då TURESSON (1932) uttalar, »dass die Arten aus einer grösseren oder geringeren Anzahl erblich voneinander verschiedenen Typen (Biotypen) aufgebaut werden, und dass diese Typen je nach den klimatischen und edaphischen Verhältnissen sich in erblich verschiedene Standortsrassen (Ökotypen) gruppieren», så får icke i ordet »gruppieren» läggas in en fordran på diskontinuitet olika ekotyper emellan. Om så sker blir följden, att termen ekotyp kommer att inskränkas till att beteckna ståndsorrsraser och vissa specialfall av geografisk variabilitet. Då TURESSON för egen del använder termen ekotyp även för geografiska raser, måste termen vara fri från fordran på obligatorisk diskontinuitet — biotyperna gruppera sig väl till ekotyper, men förskjutningen mellan dylika biotypgrupper eller ekotyper kan mycket väl ske kontinuerligt, om de nödvändiga förutsättningarna finnas. »Corresponding to the change of climate there is a change in the biotype-characteristics of the ecospecies . . .» och »An intermediate biotype-population is often found in regions where the transition-area between two extreme types of climate attains a certain extent» (TURESSON 1930 *b*, spärr. av mig). Mellan två extrema klimattyper finner man i regel områden med intermediära klimatförhållanden, vilka områden ju ofta intaga mycket betydande arealer. Inom dessa arealer förändras klimatet mer eller mindre gradvis från det ena extremfallet till det andra, och så gör även den i samband med klimatet stående fysiologiska variabiliteten.

### SAMMANFATTNING.

Tidigare undersökningar ha ådagalagt ärftlighet av tillväxthastighet, periodicitet, vinterfärgning, resistens mot *Lophodermium* hos olika provenienser — eller ekotyper — av tall. Ytterligare har nu i ett par fall påvisats, att differenser i fråga om torrsubstanshalt äro ärftliga. Även för gran har påvisats ärftlighet av tillväxthastighet, periodicitet, och torrsubstanshalt (BORNEBUSCH 1935). Det finnes därför all anledning antaga, att den hos skilda provenienser olika fysiologiska inställningen är ärftlig. I fråga om perenna örter har TURESSON visat, att ärftliga differenser föreligga i fråga om planthöjd, periodicitet, osmotiskt värde och transpiration mellan plantor av olika härstamning.

Det av TURESSON uppställda begreppet ekotyp, som är synonymt med »klimatisk» eller »fysiologisk varietet» (CIESLAR 1899), täcker enligt definitionen fullkomligt de sinsemellan fysiologiskt olika provenienserna av tall. Då dessa emellertid visa en kontinuerlig variabilitet i anslutning till resp. hemorters latitud och längd av vegetationsperioden, drages här den slutsatsen, att en dylik kontinuitet är typisk för den »geografisk-ekologiska» variabiliteten. I fråga om den »lokal-ekologiska» variabiliteten torde diskontinuitet vanligen föreligga, enär de yttre betingelserna variera diskontinuerligt.

## KAP. 8. FÖLJDERNA AV FÖRFLYTTNING AV TALLFRÖ VID SKOGSKULTUR BELYSTA AV RESULTATEN AV FÖRELIGGANDE UNDERSÖKNING.

Syftemålet med den föreliggande undersökningen var, som inledningsvis framhållits, i främsta rummet att söka klarlägga tallens fysiologiska variabilitet jämte sambandet mellan denna och klimatet. Som resultat av denna undersökning har framgått, att torrsubstanshalten i tallplantors barr är ett värde, som är utmärkande för plantor av olika härstamning. Vidare har visats, att den fysiologiska variabilitet, som kommer till uttryck i tallplantornas torrsubstanshalt, kan betraktas som en funktion av deras hemorts latitud och längden av den där rådande vegetationsperioden. Vegetationsperioden antages i detta fall vara proportionell mot det antal dygn under året, som den normala dygnsmedeltemperaturen uppnår eller överskrider  $+ 6^{\circ}$ ; då här nedan vegetationsperioden nämnes, avses därmed det nämnda antalet dygn.

På grund av sina omfattande proveniensförsök kom som bekant SCHOTTE (1923 a) till den slutsatsen, att därest tallfrö icke kunde erhållas från den tillärnade kulturplatsen, utan måste hämtas från annan ort, måste denna ort äga »ett med skogsodlingsplatsen i stort sett likvärdigt klimat». Då det gällt att siffermässigt uttrycka klimatförhållandena för att möjliggöra en direkt jämförelse mellan olika orter, fröinsamlingsorten och kulturorten, ha olika system tillämpats av olika forskare (jfr kap. 6). WIBECK använde sig sålunda av årets medeltemperatur, medan SCHOTTE och senare även ENEROTH utgingo från medeltemperaturen för månaderna juni—september. Som resultat av föreliggande undersökning har som nämnt framkommit ett nytt mått å klimatinflytandet, i det att sistnämnda inflytande å tallens fysiologiska variabilitet visats komma till uttryck i och med angivande av latituden och vegetationsperiodens längd.

Den egenskap hos tallplantorna, som vid undersökningen över sambandet mellan klimatet och den fysiologiska variabiliteten fått representera denna senare, är torrsubstanshalten. För att erhålla ett praktiskt tillämpbart mått å klimatets inverkan på en viss plats, är det därför enklast att angiva denna inverkan såsom den torrsubstanshalt, som kan förväntas utmärka tallplantor ur frö från denna plats, om de uppdragas vid Experimentalfältet, d. v. s. den torrsubstanshalt, som man med kännedom om platsens latitud och längden av dess vegetationsperiod kan beräkna enligt någon av formlerna (2) eller (4), jfr ovan kap. 6. Längden av platsens vegetationsperiod kan i sin tur erhållas från översiktskartan fig. 26 eller, med vissa inskränkningar, från formel (1), se kap. 6. Det värde å torrsubstanshalten, som sålunda er-

hålles, är givetvis ett rent konventionellt värde, men det kan lämpligen tjäna som mått för jämförelser mellan i fysiologiskt hänseende sinsemellan olika provenienser av tall från rikets skilda delar.

För att pröva den förmåga tallplantorna ha att under olika yttre förhållanden uppväxa under och anpassa sig efter desamma, anlades trenne försöksytor, vardera omfattande c:a 500 plantor av ett 20-tal olika provenienser, således c:a 10 000 plantor per yta. Plantorna uppdrogos vid Experimentalfältet, och utplanterades som 2-åriga. Revisionsresultaten, sedan plantorna stått utplanterade i 3 år, ha utförligt meddelats i kap. 5, se tabellerna 23—25 och diagrammen fig. 15—18.

För att sammanställa en del av dessa revisionsresultat i en mera överskådlig och generell form, har jag upprättat de 3-dimensionella diagrammen fig. 36 och 37. Det första av dessa diagram återger skogsodlingsresultatet, d. v. s. det procentuella antalet kvarlevande plantor utan anmärkning (ENEROTH 1926—27). Det andra av diagrammen återger planthöjden, som får utgöra ett mått å tillväxthastigheten. Dessa båda diagram giva oss en uppfattning om det sannolika resultat, som erhålles då olika tallprovenienser uppdragas å en och samma ort, liksom då en och samma tallprovens kommer till användning å skilda orter. Med den inskränkning, som måste följa av det till grund för diagrammen liggande materialets art och omfattning, tillåta diagrammen sålunda en bedömning av resultaten, då tallplantor uppdragas ur frö från en ort med annan latitud och (eller) annan längd å vegetationsperioden än som utmärker en viss skogsodlingsplats.

Diagrammen äro upprättade så, att efter  $x$ -axeln avsatts de olika tallprovenienserernas torrsubstanshalt enligt formel (4). Efter  $y$ -axeln ha avsatts de olika orternas hemmaproveniencers torrsubstanshalt, ävenledes enligt formel (4). Lodrätt efter  $z$ -axeln har sedan angivits dels skogsodlingsresultatet å fig. 36, dels planthöjden å fig. 37, båda som nämnt avseende förhållandena efter sedan de vid Experimentalfältet uppdragna 2-åriga plantorna under 3 år stått utplanterade å resp. orter.

De grova kurvorna å diagrammen äro samma linjer, som å fig. 16 resp. 17 utjämna de resultat, som erhållits för de olika i försöken ingående provenienser vid revision hösten 1934 av ytorna å Tönnersjöheden, Kulbäcksliden samt vid Gällivare. Den säkerhet, varmed läget av var och en av dessa linjer är bestämt, framgår av nämnda figurer, där revisionsresultatet för var enskild proveniens markerats. Sedan de tre utjämningslinjernas lägen i förhållande till  $y$ -axeln beräknats enligt formeln (4), ha de inlagts å diagrammen. Samtliga övriga linjer ha därefter dragits med ledning av de tre givna kurvorna, vilka i sin tur till sin form äro bestämda av revisionsresultaten å de motsvarande tre försöksytorna hösten 1934. De buktiga ytorna äro sålunda till sin form bestämda uteslutande av de tre grova kurvorna.

Å diagrammens buktiga ytor ha medelst en fin linje sammanbundits de punkter, vilka representera lika talvärden på  $x$ -axeln och  $y$ -axeln. Dessa båda linjer komma således att åskådliggöra det skogsodlingsresultat resp. den planthöjd, som kan förväntas åstadkommas av varje proveniens på dess egen hemort. Varje punkt, som för ett visst  $y$ -värde ligger närmare  $y$ -axeln än en av dessa linjer, betyder en proveniens med lägre torrsubstanshalt än hemmaproveniensen å motsvarande ort, d. v. s. vad jag nedan för korthets skull kallar en »sydligare» proveniens. Varje punkt, som för samma  $y$ -värde ligger längre från  $y$ -axeln än linjen, representerar tvärtom en »nordligare» proveniens. Därvid är att märka, att proveniensens egenskap av »sydlig» eller »nordlig» i den bemärkelse, som här avses, icke endast bestämmes av latituden, utan även av vegetationsperiodens längd.

Av skäl, som närmare utvecklats i kap. 5, har jag streckat en del av utjämningslinjerna för Tönnersjöheden — den sydligaste ytan, motsvarande ett  $y$ -värde av 35,5 % — och har därför också en motsvarande del av de ovan nämnda fina linjerna streckats. Genom detta beteckningssätt har jag avsett framhäva, att läget av linjerna — och därmed även av den buktiga ytan — inom dessa delar av diagrammen synes mig vara bestämda med mindre säkerhet. Här skall dock samtidigt påpekas, att även om de streckade delarna av kurvorna för Tönnersjöheden icke äro lika säkert bestämda till förloppen som de heldragna, äro de icke desto mindre säkerligen i stort sett riktiga. De bestyrkas sålunda synnerligen väl genom jämförelse med de resultat, som SAMOFAL (1925) meddelar från ryska proveniensförsök vid Tschernigow (jfr ovan fig. 21—22).

Ytterligare torde böra påpekas, att de linjer å diagrammens buktiga ytor, vilka gå i  $x$ -axelns riktning, äro till sin form säkrare bestämda än de, vilka gå i  $y$ -axelns riktning. De förstnämnda löpa mer eller mindre likformigt med de tre grova linjerna, vilka till sin form äro var och en bestämda av läget av ett 20-tal punkter (jfr fig. 16 och 17), medan de senare endast äro bestämda av tre punkter, nämligen de som bildas vid skärningen med de grova linjerna. Det är att märka, att man icke med säkerhet kan veta, huruvida resultaten från de tre ytorna, vilka dessa kurvor representera, verkligen äro normala för resp. trakter. Jämförelser mellan olika  $x$ -värden för ett och samma  $y$ -värde kunna därför förutsättas giva tillförlitligare resultat, än jämförelser mellan olika  $y$ -värden vid ett och samma  $x$ -värde. Med andra ord; diagrammen tillåta bättre jämförelser mellan olika provenienser odlade å en och samma plats, än jämförelser mellan de resultat, vilka erhållas, då en och samma proveniens odlas på sinsemellan olika platser.

De slutsatser av praktisk betydelse, som över huvudtaget det i kap. 5 framlagda materialet medgiver, kunna lättast utläsas ur de båda diagrammen fig. 36 och 37. Liknande diagram hade även kunnat upprättas över totala

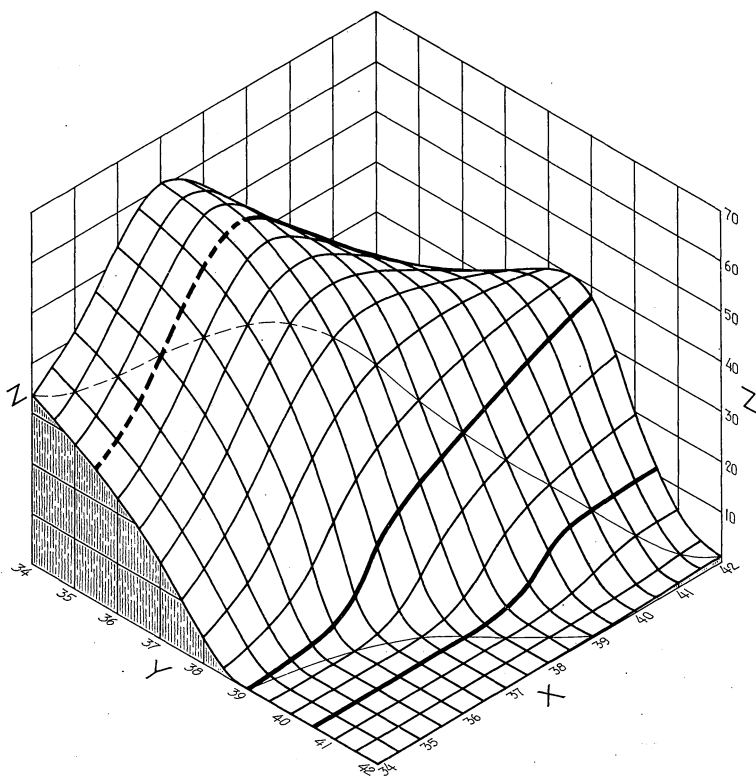


Fig. 36. Skogsodlingsresultatet.

$x$  = den använda tallproveniensenns torrsbstanshalt å plantstadiet vid Experimentalfältet, jfr formel (4).

$y$  = den torrsbstanshalt, som enligt formel (4) kan beräknas känneteckna kulturplatsens hemmaproveniensen.

$z$  = skogsodlingsresultatet 3 år efter utplanterande av vid Experimentalfältet uppdragna 2/0-tallplantor.

De tre tjocka linjerna äro de tre linjer, som å fig. 16 utjämna revisionsresultaten för ytorna vid Tönnersjöheden ( $y = 35,5$  %), Kulbäcksliden ( $y = 39$  %) och Gällivare ( $y = 40,5$  %). Den fina linje, som löper diagonalt över figuren, utmärker skogsodlingsresultatet av varje proveniens å dess egen hemort; denna linje är streckad i den mån dess förlopp påverkas av den streckade delen av kurvan för Tönnersjöheden. Den fina linjen snett över figurens nedre hörn sammanbinder kombinationer av orter och provenienser, som lämna skogsodlingsresultatet 0.

#### Kulturerfolg.

$x$  = Trockensbstanzgehalt der benutzten Kiefernprovenienz während der Wachstumszeit bei Experimentalfältet, vgl. Formel (4).

$y$  = Trockensbstanzgehalt, der nach der Formel (4) als für die Heimatprovenienz des Pflanzungsplatzes bezeichnend angesehen werden kann.

$z$  = Kulturerfolg 3 Jahre nach dem Auspflanzen der bei Experimentalfältet aufgezogenen 2-jährigen, unverschulten Kiefernpflanzen.

Die drei fetten Linien sind jene Linien, die in der Abb. 16 die Revisionssergebnisse für die Flächen bei Tönnersjöheden ( $y = 35,5$  %), Kulbäcksliden ( $y = 39$  %) und Gällivare ( $y = 40,5$  %) ausgleichen. Die feine, quer über die Figur verlaufende Linie gibt das Kulturerfolg für jede Provenienz in ihrer Heimat an; der Teil dieser Linie, dessen Verlauf durch den gestrichelten Teil der Kurve für Tönnersjöheden beeinflusst wird, ist ebenfalls gestrichelt. Die feine Linie über die unterste Ecke der Figur verbindet die Kombination von Orten und Provenienzen mit dem Kulturerfolg = 0.

procenten kvarlevande plantor såväl som över barrlängden, men de båda här meddelade diagrammen synas mig återgiva förhållanden av större intresse.

Det framgår då av fig. 36, att skogsodlingsresultatet tydligen under alla omständigheter vinner på att tallfröet hämtas från en något nordligare eller kallare belägen trakt, d. v. s. att en tallproveniens kommer till användning, vilken har en något högre torrsubstanshalt, än vad kulturortens hemmaproveniens har. Beträffande nordliga trakter (höga  $y$ -värden) synes därvid ingen övre gräns för den använda proveniensens torrsubstanshalt behöva dragas. I fråga om sydligare trakter (låga  $y$ -värden) inträder däremot en påtaglig försämring av skogsodlingsresultatet, om fröet hämtas från en avsevärt nordligare ort, d. v. s. om en proveniens med hög torrsubstanshalt kommer till användning (jfr även fig. 16).

Söka vi istället de skogsodlingsresultat, som provenienser med olika hög torrsubstanshalt kunna förväntas lämna under olika förhållanden, så finna vi, att de »sydligare» provenienserna (låga  $x$ -värden) lämna bättre resultat ju längre mot söder (låga  $y$ -värden), som de odlas. De »nordliga» provenienserna däremot (höga  $x$ -värden) lämna visserligen bättre resultat efter en måttlig förflyttning mot söder, men sker en ytterligare förflyttning mot samma håll (mot låga  $y$ -värden), så inträder en påtaglig försämring: den buktiga ytan sänker sig vid en kombination av höga  $x$ -värden och låga  $y$ -värden. Detta står i bästa överensstämmelse icke endast med SAMOFALS resultat (jfr ovan fig. 22), utan även med de erfarenheter, som erhållits från gamla tyska kulturer med nordiskt frö (jfr WIEDEMANN 1930).

Enligt fig. 36 förefaller det, som om det skulle vara förenat med en jämförelsevis liten risk med avseende å skogsodlingsresultatet, om man å en högnordisk kulturort använde frö av något — ej mycket! — »sydligare» proveniens än den mot orten svarande. Denna slutsats stödes uteslutande av förhållandena vid Gällivare (jfr fig. 16), varför den meddelas här med all reservation. Dock må observeras det mycket goda resultat, som i den av SCHOTTE och WIBECK anlagda serien av proveniensytor erhållits av frö från Nedertorneå å ytan 183 Kuortisrova ( $67^{\circ} 12' N.$  br., 500 m ö. h.). De 16-åriga plantorna lämnade i detta fall ett skogsodlingsresultat av icke mindre än 41 %! (jfr WIBECK 1930—31, tab. I).

I motsats mot förhållandena i nordligaste delen av landet, förefaller det, som skulle en användning av i förhållande till kulturorten sydliga provenienser (låga  $x$ -värden) medföra en förhållandevis stor risk beträffande sydliga trakter (låga  $y$ -värden). Den buktiga ytans fall mot  $y$ -axelns vänstra del är säkerligen med verkliga förhållandena överensstämmande, men det är icke omöjligt, att ytans lutning här är något överdriven — det är därför, som linjerna dragits streckade. Detta torde i föreliggande fall vara av praktiskt



mindre betydelse, då det ju knappast finnes anledning att inom landets sydligaste delar hämta tallfrö ännu längre söderifrån.

I fråga om planthöjden — som här får representera tillväxthastigheten — finna vi enligt fig. 37, att man i norra delen av landet (vid höga  $y$ -värden) vinner i tillväxthastighet, om frö hämtas från något sydligare trakter, d. v. s. om man använder sig av provenienser med något lägre torrsubstanshalt (lägre  $x$ -värden) än vad hemmaproveniensen har. En större förflyttningsgrad medför emellertid försämrat resultat. Vinsten av en mindre förflyttning mot norr synes dock under alla omständigheter vara obetydlig, liksom man icke heller förefaller förlora nämnvärt i fråga om tillväxthastighet, om frö hämtas från ännu nordligare trakter, d. v. s. om man använder frö av provenienser med högre torrsubstanshalt än hemmaproveniensen. I fråga om södra delen av landet (låga  $y$ -värden) synes förhållandena ligga annorlunda till. Efter de erhållna resultaten att döma skulle där fröet med fördel kunna tagas från något nordligare trakter.

Detta behöver givetvis icke innebära, att tillväxthastigheten för nordligare provenienser i realiteten är större. Då tillväxthastigheten i föreliggande fall representeras av planthöjden, så inses, att om de sydligaste proveniensererna under tidigaste år angripits starkare av skyttesvamp, gör sig detta gällande även i fråga om höjdtillväxten. Det är därför sannolikt, att förhållandena snart nog omkastas, så att de sydligaste proveniensererna även visa den största höjdtillväxten å den sydligaste ytan. Här bör dock även observeras den differens i i fråga om klimatets humiditet, som föreligger mellan de sydligaste prövade provenienserernas hemorter, trakterna kring Kalmar och Kristianstad, och den sydligaste ytan å Tönnersjöhedens försökspark (jfr HESSELMAN 1932, fig. 4). Även om kontinentalitet och nederbörd icke visat sig av betydelse för tallens fysiologiska variabilitet, i den mån denna kommer till uttryck i plantornas torrsubstanshalt (jfr kap. 6), betyder detta naturligtvis icke, att de nämnda klimatfaktorerna skulle sakna betydelse för plantornas utveckling. Av betydelse för denna utveckling torde i hög grad motståndskraften mot skytte vara, en egenskap, som icke synes variera på alldeles samma sätt som torrsubstanshalten.

Om man på en sydlig ort (lågt  $y$ -värde) använder en nordlig proveniens (høgt  $x$ -värde), blir resultatet otillfredsställande beträffande tillväxthastigheten (jfr fig. 17) på samma sätt som vi tidigare funnit förhållandet vara i fråga om skogsodlingsresultatet.

Liksom i fråga om skogsodlingsresultatet synes även tillväxten för de sydligare proveniensererna (låga  $x$ -värden) tilltaga ju längre mot söder (låga  $y$ -värden) de uppdragas. De nordligare proveniensererna (höga  $x$ -värden) öka visserligen sin tillväxthastighet vid en förflyttning söderut från deras resp. hemorten, men vid en längre förflyttning mot söder avtager tillväxthastigheten åter.

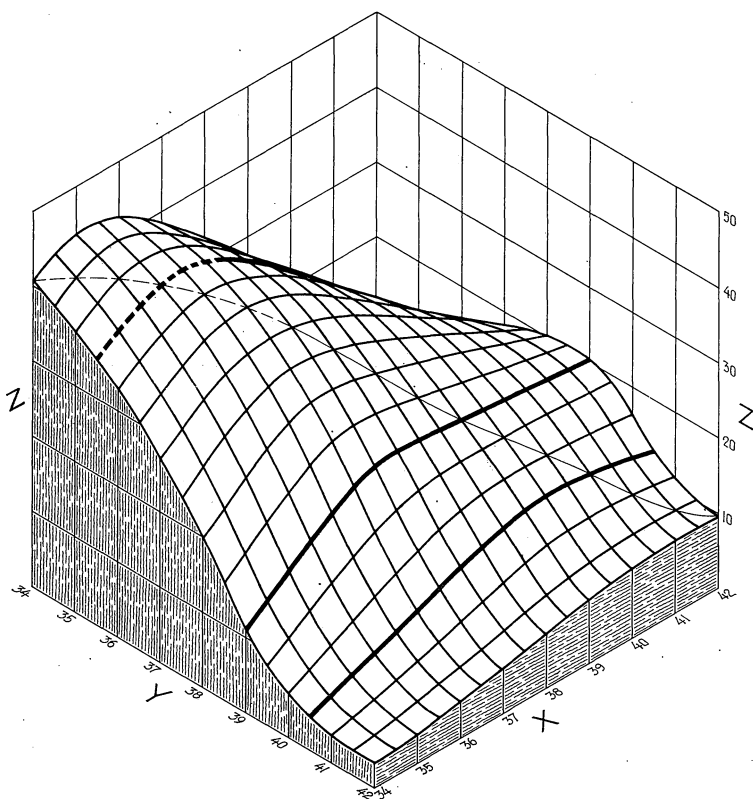


Fig. 37. Planthöjden.

$x$  = den använda tallproveniensenens torrsubstanshalt å plant-stadiet vid Experimentalfältet, jfr formel (4).

$y$  = den torrsubstanshalt, som enligt formel (4) kan be-räknas känneteckna kulturplatsens hemmaproveniensen.

$z$  = planthöjden i cm 3 år efter utplanterande av vid Experimentalfältet uppdragna 2/0-tallplantor.

De tre tjocka linjerna är de linjer, som å fig. 17 ut-jämna revisionsresultaten för ytorna vid Tönnersjöheden ( $y = 35,5 \%$ ), Kulbäcksliden ( $y = 39 \%$ ) och Gällivare ( $y = 40,5 \%$ ). Den fina linje, som löper diagonalt över figuren, utmärker planthöjden av var enskild proveniens å dess egen hemort; denna linje är streckad i den mån dess förlopp på-verkas av den streckade delen av kurvan för Tönnersjöheden. Pflanzenhöhe.

$x$  = Trockensubstanzgehalt der benutzten Kiefernprovenienz während der Wachstumszeit bei Experimentalfältet, vgl. Formel (4).

$y$  = Trockensubstanzgehalt, der nach der Formel (4) als für die Heimatprovenienz des Pflanzungsplatzes bezeichnend angesehen werden kann.

$z$  = Pflanzenhöhe in cm 3 Jahre nach dem Auspflanzen der bei Expe-riental-fältet aufgezogenen 2-jährigen, unverschulten Kiefern-pflanzen.

Die drei fetten Linien sind jene Linien, die in der Abb. 17 die Revisions-ergebnisse für die Flächen bei Tönnersjöheden ( $y = 35,5 \%$ ), Kulbäcksliden ( $y = 39 \%$ ) und Gällivare ( $y = 40,5 \%$ ) ausgleichen. Die feine, über die Figur in diagonaler Richtung verlaufende Linie gibt die Pflanzenhöhe für jede Provenienz in ihrer Heimat an; der Teil dieser Linie, dessen Verlauf durch den gestrichelten Teil der Kurve für Tönnersjöheden beeinflusst wird, ist ebenfalls gestrichelt.

Den generella betydelsen av de slutsatser, som på detta sätt kunna utläsas ur de båda diagrammen fig. 36 och 37, begränsas som ovan framhållits av arten och omfattningen av det material, på vilket diagrammen äro grundade. Det är därför icke avsikten, att de undersökningar, som härmed framlagts och de resultat, som sammanfattats i de båda diagrammen, skola betraktas som något definitivt slutresultat, färdigt att tillämpas som generell regel för praktiskt bruk. Samtidigt må emellertid framhållas, att de båda diagrammen säkerligen i stort sett äro riktiga, så som de här framlagts. Det finnes knappast någon anledning förutsätta, att de till sin typ skulle komma att ändras, om till grund för desamma kunde läggas ytterligare ett antal ytor, ehuru detta givetvis skulle medföra avsevärt större säkerhet i fråga om diagrammens detaljer.

Ehuru det synes, som skulle det vara fördelaktigt för skogsodlingsresultatet med en viss, måttlig, förflyttning av tallfröet söderut, är det dock antagligt, att man därvid förlorar något i tillväxthastighet — de resultat, för vilka ovar redogjorts, och vilka visa motsatsen, måste bedömas med hänsyn till plantornas ringa ålder. Ända sedan de första resultaten av de systematiska undersökningarna över proveniensfrågan började skönjas, har självföryngringens företräde framför kultur framhållits även från den synpunkten, att därigenom de största garantierna vinnas, att man skall erhålla ett efter de lokala yttre förhållandena närmast tillpassat trädbestånd. Detta gäller då givetvis endast tillpassningen i ekologisk mening; det är icke säkert att beståndet blir det idealiska från skogshushållningssynpunkt. Från denna synpunkt träda de morfologiska egenskaperna i förgrunden, vilka helt falla utom denna avhandlingens ram, men för att dessa morfologiska egenskaper — eventuellt hos en rasförädlad stam eller sort — skola kunna göra sig gällande, måste träden befinna sig i harmoni med de yttre förhållandena, de måste fysiologiskt sett vara avstämda efter dessa. Från fysiologisk synpunkt bör därför i regel hemmaproveniensen frö på varje ort vara det idealiska utsädet, även om det gäller kultur. Detta understrykes ytterligare av de resultat till vilka denna undersökning fört fram, i det att här påvisats ett synnerligen starkt samband mellan tallplantors fysiologiska egenskaper och förhållanden, som råda å deras speciella härstamningsort.

Vid de tillfällen, då kulturer måste utföras, är det givetvis av största betydelse, att om möjligt kunna förutsäga resultatet av åtgärden i olika avseenden. Ett försök att belysa kulturresultaten i vissa avseenden har i detta kapitel redan gjorts, men samtidigt har även det föreliggande materialets ringa omfattning måst framhållas. För att nå fram till en praktiskt tillämpbar regel, som med önskvärd precision tillåter bedömandet

Tab. 35. Förteckning öfver proveniensytor, planerade och utsedda 1931.

Verzeichnis über die 1931 geplanten und ausgewählten Probeflächen.

Ort	Län	Nordlig bredd Nördl. Breite	Höjd ö.h. m Höhe ü. M. m	Antal dagar med medel- temp. $\geq + 6^{\circ}$ c:a Zahl der Tage mit Mitteltemp. $\geq + 6^{\circ}$ , c:a	Medelneder- börd 1911—1920 c:a mm Mittelnieder- schlag 1911—1920 ca. mm
Vittangi <sup>1</sup> .....	Norrbottens	67°40'	250	115	400
Gällivare.....	»	67° 8'	300	111	>400
Högliden.....	»	65°25'	200	?	450
Pitholm.....	»	65°19'	30	130	400
Stensele.....	Västerbottens	65° 4'	330	120	500
Sågbacken.....	»	65° 4'	420	?	>500
Fristad.....	»	65° 9'	475	?	600
Vallträsk.....	»	65° 7'	550	100	650
Gäddede.....	Jämtl. o. Härjedalens	64°31'	360	120	550
» .....	»	»	450	?	>550
» .....	»	»	560	?	>550
» .....	»	»	640	?	>550
Stussberget.....	Västerb.	64°15'	180	130	450
Kulbäcksliden.....	»	64°12'	260	125	460
Storvallen.....	Jämtl. o. Härjedalens	62°40'	730	110	500
Häkelberget.....	»	62°33'	720	?	>500
» .....	»	»	740	?	>500
Ljusnedal.....	»	»	600	118	470
Norrbo.....	Gävleborgs	61°52'	50	145	480
Strömbacka.....	»	61°57'	150	?	500
» .....	»	»	350	?	>500
Särna.....	Kopparbergs	61°40'	470	130	550
Ramningshult.....	Uppsala	60° 30'	30	160	500
Malingsbo <sup>1</sup> .....	Kopparbergs	59°55'		150	600
Västra Ryd.....	Jönköpings	57°45'	300	160	600
Eksjö.....	»	57°37'	200	170	580
Varberg.....	Hallands	57° 5'	50	190	600
Kinnared.....	»	57° 1'	100	175	950
Ålem.....	Kalmar	56°57'	10	170	500
Tönnersjöheden.....	Hallands	56°40'	100	175	1 000
Stensö.....	Kalmar	56°37'	10	180	430

<sup>1</sup> Platsen blev icke utsedd.  
Keine Probefläche ausgewählt.

även av olika specialfall vid förflyttning av tallfrö, är det nödvändigt att genomföra planteringsförsök i rätt stor omfattning. Redan på ganska tidigt stadium av denna undersökning utarbetades även en plan för ett dylikt planteringsförsök, som, om det kommit till utförande, säkerligen med fullt tillräcklig skärpa hade kunnat lämna svar på de flesta frågor beträffande följderna av förflyttningar av tallfrö inom Sverige. De planerade planteringsytorna voro ett trettiootal, vilkas belägenhet framgår av tab. 35. Ytorna voro avsedda att planteras med c:a 20 proveniensers, var och en om 500 plantor, d. v. s. ungefär samma antal proveniensers och plantor, som kommit till

användning å de tre ytorna vid Gällivare, Kulbäcksliden och Tönnersjöheden. Planteringen var avsedd att utföras radvis, med de olika provenienserna blandade om varandra med ett radavstånd av 1,5 m och ett plantavstånd inom raderna om 1,25 m. De flesta av dessa ytor utsågos av förf. under sommaren och hösten 1930.

Då en sådan plantering måste ske med yttersta omsorg och förut i alla detaljer noggrant planläggas för att största möjliga resultat skall kunna förväntas, ansågs det icke lämpligt att omedelbart påbörja dessa försök. Vintern 1930—31 var även kottillgången särskilt i nordligaste delen av landet ytterligt svag (TIRÉN 1931, jfr även kartorna fig. 25). Våren 1931 utfördes därför anläggningen av de tre ytorna vid Gällivare, Kulbäcksliden och Tönnersjöheden med användande av disponibelt plantmaterial (se kap. 5). Då denna utplantering ägt rum, ansågs det även vara lämpligast, att något vänta med påbörjandet av den större försöksserien för tillgodogörande av de erfarenheter, som kunde erhållas av de redan påbörjade försöken. Då sådana resultat efter ett par år förelågo, funnos icke längre de ekonomiska förutsättningar, som oundgängligen behövdes, i det att de till Skogsförsöksanstaltens disposition stående medlen från och med budgetåret 1933—34 betydligt beskurits. De planerade försöken ha av denna anledning icke kunnat utföras.

I den mån en skärpning av de ernådda resultaten skall kunna ernås, så att detaljerade föreskrifter för förflyttningen av tallfrö skall kunna framläggas med stöd av ytterligare material, är det nödvändigt att ett större antal planteringsytor anläggas. Ju större antal ytor, som därvid kunna komma ifråga, ju större säkerhet kommer att ernås, och ju mera detaljerad kännedom om följderna av en fröförflyttning kan erhållas.

Genomförandet av ett omfångsrikt planteringsförsök är emellertid beroende såväl av möjligheten att erhålla tallfrö från lämpliga orter, som även av till disposition stående medel, då de med ett dylikt försök förknippade kostnaderna bliva betydande. Nästa steg torde därför lämpligen bliva, att efter förnyad revision av de nu 27-åriga ungträden å de av SCHOTTE och WIBECK anlagda proveniensytorna och även ev. andra befintliga äldre dylika ytor, med tillämpning av de nu framlagda principerna tillgodogöra sig de erfarenheter, som redan befintligt äldre plantmaterial erbjuder. En sådan bearbetning torde då närmast böra föra fram till diagram av den typ, som i detta kapitel tidigare behandlats. Det är givetvis då även möjligt, att verkställa en zonindelning av landet för att giva en översiktlig framställning av följderna vid förflyttning av tallfrö.

Skola nya försök anläggas, ev. i anslutning till den plan, som tidigare uppgjorts, föreligger i och med denna undersökning en metod att jämföra viktiga klimatinflytanden å sådd- och fröinsamlingsplatserna, som kan låta försöken från början planläggas på ett sådant sätt, att största möjliga resultat kan förväntas framkomma.

## SAMMANFATTNING.

1. Det föreliggande arbetets ändamål var närmast en undersökning, om fastställbara skillnader finnas mellan tallplantor av olika proveniens beträffande köldhärdighet och därmed sammanhängande fysiologiska förhållanden, samt ett studium av de konstaterade skillnadernas samband med klimatförhållandena å de undersökta proveniensernas hemorter.

2. Sedan en kort översikt givits över proveniensfrågans utveckling särskilt i Sverige, framhålles betydelsen av att om möjligt erhålla en metod, som tillåter fastställande av fysiologiska olikheter mellan plantor av olika proveniens på ett tidigt stadium av plantornas liv. Därigenom möjliggöres ett närmare studium av sambanden mellan den fysiologiska variabiliteten och klimatet å plantornas resp. hemorter. Detta är av betydelse då det gäller att erhålla ett användbart mått i och för jämförelse mellan olika traktors klimat; detta mått bör bringa till uttryck de förhållanden å olika orter, som stå i närmaste samband med därifrån härstammande tallplantors fysiologiska egenskaper, främst köldhärdigheten (kap. 1).

3. En översikt gives över köldhärdighetens fysiologiska grunder, varvid framhålles, att köldhärdigheten närmast kan betraktas som en yttring av plantornas fysiologiska allmäntillstånd; i varje fall är köldhärdigheten resultatet av fysiologiska förlopp av komplex natur (kap. 2).

4. En sammanställning gives över i växterna förekommande ämnen, som kvantitativt variera under året, och över samband mellan koncentrationen av dylika ämnen och växters köldhärdighet. Som regel gäller, att under hösten avtager vattenhalten, eller tilltager torrsubstanshalten, huru man nu önskar framställa förloppet. Samtidigt avtager stärkelse och surhetsgrad, samt under vissa förhållanden klorofyllet, medan socker, »fettämnen», reservcellulosa, garvämmen, katalas m. m. ökas. Dessa förändringar, som äga rum samtidigt och synas vara mer eller mindre beroende av varandra, känneteckna växternas inträde i vintervila och köldhärdigt tillstånd (kap. 3).

5. Den grad av köldhärdighet, som en och samma växt äger vid olika tider på året motsvaras sålunda av olika halt av torrsubstans, socker etc. På samma sätt skilja sig olika köldhärdiga raser av samma art genom olika halt av nyssnämnda ämnen (kap. 3).

6. Undersökningarna av årsplantor av tall samt barr från äldre tallplantor ha visat, att halten av torrsubstans och socker tilltager under hösten och är hög under vintern för att senare åter sjunka. Sockerhalten är högre i årsplantor än i barr av äldre plantor (kap. 4).

7. Tallplantor av nordlig härstamning utmärkas under höst och vinter av förhållandevis hög halt av torrsubstans, socker, ämnen extraherbara med petroleter samt katalas. De visa samtidigt något högre halt av totalkväve, men däremot lägre halt av »växttråd» samt ämnen extraherbara med svag syra och lut. Tallplantor av nordlig härstamning utmärkas dessutom av mer eller mindre intensiv vinterfärgning, som i de fleråriga plantornas barr är förbunden med en i förhållande till den gula vinterfärgningens intensitet proportionellt avtagande klorofyllhalt (kap. 4).

8. Vid odlingsförsök vid Gällivare, samt å Kulbäckslidens och Tönnersjöhedens försöksparkar med tallplantor av provenienser, vilkas torrsubstanshalt bestämts vid Experimentalfältet, kunde påvisas starka samband mellan å ena sidan torrsubstanshalten vid Experimentalfältet, å andra sidan plantornas övervintringsförmåga, deras tillstånd, tillväxthastighet, barrlängd och vinterfärgning. Sambanden äro goda, men de växla till formen dels beroende på den undersökta egenskapen hos plantorna, dels beroende på i vilken del av landet desamma utplanterats (kap. 5).

9. De nordligare tallprovenienserne utveckla sina barr tidigare på våren än sydligare provenienser. Barrutvecklingens tidighet å Tönnersjöheden har påvisats stå i mycket starkt samband med den torrsubstanshalt de olika tallprovenienserne utmärkas av vid Experimentalfältet (kap. 5).

10. Torrsubstanshalten är ett värde, lätt erhållet och för under lika yttre förhållanden uppdragna tallplantor av olika proveniens karakteristiskt, som uttrycker deras fysiologiska variabilitet, såväl i den mån denna visar sig i olika halt av socker, katalas, »fettämnen» etc., eller i olika intensiv vinterfärgning, som då den giver sig tillkänna i olika övervintringsförmåga, i plantornas kvalitet, tillväxthastighet, barrlängd och periodicitet.

11. I och för studium av sambandet mellan torrsubstanshalten och klimatet å de undersökta plantornas hemorter, ha meteorologiska kartor upprättats över dels antalet dygn per år med en normal medeltemperatur av  $+ 6^{\circ}$  eller däröver (fig. 26),

dels den varmaste månadens medeltemperatur (fig. 27) och dels över amplituden mellan varmaste och kallaste månadens medeltemperatur (fig. 28). En nederbörds-karta över Sverige har upprättats och ställts till mitt förfogande av statshydrograf WERSÉN (fig. 29). De för undersökningen använda tallprovenienser framgå av kartorna fig. 25 och fig. 34 (kap. 6).

12. En statistisk undersökning gav vid handen, att torrsubstanshalten i tallplantor av viss härstamning kan betraktas som en funktion av dels hemortens latitud, dels längden av dess vegetationsperiod, då den senare uttryckes i antal dygn per år med normal medeltemperatur av  $+ 6^{\circ}$  eller däröver. Det ifrågasvarande dagantalet är inom Sverige (utom västkusten) i huvudsak en funktion av ortens latitud och dess höjd ö. h. (kap. 6).

13. Skillnaderna emellan olika provenienser i avseende å torrsubstanshalt ha i ett par fall kunnat konstateras vara ärftliga. Detsamma har tidigare av andra fastställts för gran, samt i fråga om såväl gran som tall beträffande tillväxthastighet och periodicitet, och i fråga om tall ytterligare beträffande resistens mot angrepp av *Lophodermium pinastri* (kap. 7).

14. Den här framlagda undersökningen har kunnat bestyrka den av SCHOTT, ENGLER m. fl. hysta uppfattningen, att tal-lens fysiologiska variabilitet är kontinuerlig (kap. 7).

15. Av en jämförelse med olika ekotyper av skilda växtarter framgår, att begreppet ekotyp är fullt tillämpligt på de sinsemellan i fysiologiskt hänseende olika tallprovenienser. Definitionen på begreppet ekotyp passar fullkomligt in på dessa (kap. 7).

16. En kontinuerlig variabilitet är att vänta i sådana fall, där de yttre förhållanden, med vilka variabiliteten står i samband, variera kontinuerligt. En sådan variabilitet torde sålunda vara typisk för s. k. geografisk variabilitet (kap. 7).

17. En sammanställning av det skogsodlingsresultat och den planthöjd, som kan förväntas vid användning av olika tallprovenienser på olika orter, meddelas i form av diagram. Diagrammen äro grundade på revisionsresultaten å de ytor, som omnämnas ovan (se 8) och avse sålunda vid Experimentalfältet uppdragna plantor, vilka utplanterats som 2-åriga, och därefter fått stå i 3 år. Diagram av denna typ tillåta en översiktlig framställning av följderna av förflyttning av tallfrö från en ort till en annan, i det att resultaten av olika kombinationer av orter och provenienser direkt kunna jämföras (kap. 8).

---



## ANFÖRD LITTERATUR.

- ABBOTT, O. 1923. Chemical changes at beginning and ending of rest period in apple and peach. — Bot. Gazette, 76.
- ALPATOV, V. V. 1924. Die Definition der untersten systematischen Kategorien vom Standpunkte des Studiums der Variabilität der Ameisen und der Crustaceen. — Zool. Anzeiger, 60.
- ANDERSEN, F. G. 1929. Some seasonal changes in the tracheal sap of pear and apricot trees. — Plant Physiology, 4.
- ANDERSSON, G. 1905. Om talltorkan i öfra Sverige våren 1903. — Medd. f. Stat. skogs.-anst., 2.
- ANTEVS, E. 1916. Zur Kenntnis der jährlichen Wandlungen der stickstofffreien Reservestoffe der Holzpflanzen. — Arkiv f. botanik, 14.
- ARNDT, 1895. Geht unsere Waldwirtschaft zurück? — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 27.
- ARNELL, A. 1916. Fenologiska iakttagelser vid Härnösand. — Arkiv f. botanik, 14.
- ARNELL, K. 1927. Vegetationens utvecklingsgång i Norrland (mit deutscher Zusammenfassung). — Medd. f. Stat. meteorol.-hydrogr. anst., 4.
- BALDWIN, H. 1935. Catalase activity as a measure of viability of tree seeds. — Amer. Journ. of Botany, 22.
- BANSI, 1924. Zur Provenienzfrage der Roterle. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 56.
- BATES, C. G. 1930. The frost hardiness of geographic strains of Norway pine. — Journ. of Forestry, 28.
- BATHEN, R. 1929. Fra Troms. Proveniensenbetragtninger. — Tidsskr. f. skogbruk, 37.
- BAUER, E. 1930. Einführung in die Veredlungslehre. 7-11 Aufl. — Berlin 1930.
- BEACH, S. A. & ALLEN, F. W. 1915. Hardiness in the apple as correlated with structure and composition. — Iowa Agric. Exp. Sta. Research Bull. 21.
- BÉLERHÁDEK, J. 1935. Temperature and living matter. — Protoplasma-Monographien 8, Berlin 1935.
- BELJAKOFF, E. 1930. Über den Einfluss der Temperatur auf die Kohlensäureassimilation bei zwei klimatischen Pflanzenrassen. — Planta, 11.
- BERNATSKY, J. 1916. Die Kriterien der reifen und der unreifen Rebe. — Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten, 26.
- BIRKELAND, B. J. 1928. Temperaturmidler 1861—1920, 60 år. — Norsk geogr. tidsskr., 1.
- & SCHOU, G. 1931. Temperaturmidler 1861—1920, 60 år. — Ibidem, 3.
- BLOMQUIST, A. G., 1861. Några i forstligt hänseende anmärkningsvärda naturföreteelser under de senaste åren. — Finska forstfören. medd., 2.
- , 1882—83. Finlands trädslag i forstligt hänseende beskrifna af .. — Ibidem, 3.
- BOBECK, F. 1928. Sockerbestämning enligt Hagedorn. — Sv. utsädesfören. tidskr., 38.
- BORNEBUSCH, C. H. 1935. Proveniensenforsøg med Rødgran (Ein Provenienzversuch mit Fichte). — Det forstl. Forsøgswesen i Danmark, 13.
- BUHLERT, H. 1906. Untersuchungen über das Auswintern des Getreides. — Landwirtsch. Jahrb., 35.
- BURGER, H. 1926. Untersuchungen über das Höhenzuwachs verschiedener Holzarten — Mitt. d. schweiz. Centralanst. f. d. forstl. Versuchswesen, 14.
- , 1931. Einfluss der Herkunft des Samens auf die Eigenschaften forstlicher Holzgewächse. III. Die Föhre. — Ibidem, 16.
- , 1935. Einfluss der Herkunft des Samens auf die Eigenschaften forstlicher Holzgewächse. V. Die Lärche. — Ibidem, 19.
- BUSSE, 1931. Einfluss des Alters der Mutterkiefer auf ihre Nachkommenschaft. — Mitt. d. deutsch. dendrolog. Ges., 43.
- BÜCKLE, B. 1929. Physiologische Untersuchungen über Umwandlungen des Öles im reifenden Sonnenblumensamen. — Bot. Archiv, 26.
- BÄCKMAN, A. 1927. L'influence de l'altitude et de la position géographique sur la température de l'air dans la région sud-ouest de la Suède. — Ymer, 47.
- CAJANDER, A. K. 1909. Beiträge zur Kenntniss der Vegetation der Alluvionen des nördlichen Eurasiens. III. Die Alluvionen der Tornio- und Kemi-Thäler. — Acta soc. scient. fennicae, 37.
- , 1921. Einige Reflexionen über die Entstehung der Arten insbesondere innerhalb der Gruppe der Holzgewächse. — Acta forest. fennica, 21.

- CARTELLIERI, E. 1935. Jahresgang von osmotischen Wert, Transpiration und Assimilation einiger Ericaceen der alpinen Zwergstrauchheide und von *Pinus cembra*. — Jahrb. wiss. Botanik, 82.
- CIESLAR, A. 1887. Ueber den Einfluss der Grösse der Fichtensamen auf die Entwicklung der Pflanzen nebst einigen Bemerkungen über schwedischen Fichten, und Weissföhrensamen. — Centralbl. f. d. gesamte Forstwesen, 13.
- , 1890. Die Zuchtwahl in der Forstwirtschaft. — Ibidem, 16.
- , 1895. Ueber die Erbllichkeit des Zuwachsvermögens bei den Waldbäumen. — Ibidem, 21.
- , 1899. Neues aus dem Gebiete der forstlichen Zuchtwahl. — Ibidem, 25.
- , 1907. a. Die Bedeutung klimatischer Varietäten unserer Holzarten für den Waldbau. — Ibidem, 33.
- , 1907. b. Einige Beziehungen zwischen Holzgewachs und Witterung. — Ibidem, 33.
- , 1923. Untersuchungen über die wirtschaftliche Bedeutung der Herkunft des Saatgutes der Stieleiche. — Ibidem, 49.
- CHANDLER, W. H. 1913. The killing of plant tissue by low temperature. — Missouri Agric. Exp. Sta. Research Bull. 8.
- CONSTANTINESCU, E. 1933. Weitere Beiträge zur Physiologie der Kälteresistenz bei Wintergetreide. — Planta, 21.
- CZARTKOWSKI, A. 1914. Antocyanbildung und Aschenbestandteile. — Ber. d. deutsch. botan. Ges., 32.
- DALGAS, E. 1882. Svampeangrepene paa de her i Landet voxende forskjellige Slags Fyr navnlig paa den almindelige Fyr, *pinus silvestris*. — Hedeselsk. tidsskr., 3.
- DAY, W. R. 1931. The relationship between frost damage and larch canker. — Forestry, 5.
- DE LONG, W. A. 1930. Respiration of apple twigs in relation to winter hardiness. — Plant Physiology, 5.
- DENGLER, A. 1908. Das Wachstum von Kiefern aus einheimischem und nordischem Saatgut in der Oberförsterei Eberswalde. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 40.
- , 1930. Walbau auf ökologischer Grundlage. — Berlin 1930.
- DENNY, F. E., MILLER, L. P. & GUTHRIE, J. D., 1930. Enzym activities of juices from potatoes treated with chemicals that break the rest period. — Amer. Journ. of Botany, 17.
- DIXON, H. & ATKINS, W. 1915. Osmotic pressure in plants. V. Seasonal variations in the concentration of the cellsap of more deciduous and evergreen trees. — Sci. Proc. Roy. Dublin Soc., (N.S.) 14.
- DOYLE, J. & CLINCH, PH., 1926 a. The pentosan theory of cold-resistance applied to Conifers. — Ibidem, 18.
- & —, 1926 b. The dehydration rates of conifer leaves in relation to pentosan content. — Ibidem, 18.
- & —, 1927. Seasonal changes in conifer leaves, with special reference to enzymes and starch formation. — Proc. Roy. Irish Akad., Sec. B. 37.
- & —, 1928. The catalase content of conifer leaves. — Ibidem, 38.
- & O'CONNOR, P. 1930. Seasonal changes in the catalase content of conifer leaves. — Annals of Botany, 44.
- DREYER, H. V. 1918. Skyldes rødellens sygelighed frøets proveniens? — Dansk Skovforen. Tidsskr., 13.
- DULK, L. 1875. Forstlich-chemische Untersuchungen ausgeführt im chem. Laboratorium der Akademie Hohenheim. III. Untersuchung der Kiefernadeln in ihren verschiedenen Entwicklungsstadien. — Landwirthsch. Versuchs-Stationen, 18.
- DUNN, S. & BAKKE, A. L. 1926. Adsorption as a means of determining relative hardness in the apple. — Plant Physiology, 1.
- ENEROTH, O. 1926—27. Studier över risken vid användning av tallfrö av främmande proveniens. (A study on the risks of using in a particular district pine-seed from other sources.) — Medd. f. Stat. skogsförs.-anst., 23.
- , 1928. Ytterligare bidrag till frågan om tallfröets proveniens. (Weitere Beiträge zur Frage der Provenienz des Kiefernensamens. — Skogsvårdsfören. tidsskr., 26.
- , 1930. »Till frågan om sambandet mellan en orts värmeklimat och hårdigheten hos dess tallvegetation.» — Norrlands skogsvårdsförb. tidsskr. 1930.
- ENGLER, A. 1905. Einfluss der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der forstlichen Holzgewächse. — Mitt. d. schweiz. Centralanst. f. d. forstl. Versuchswesen, 8.

- ENGLER, A. 1908. Tatsachen, Hypotesen und Irrtümer auf dem Gebiete der Samenprovenienz-Frage. — Forstwiss. Centralblatt, 30.
- , 1913. Einfluss der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der forstlichen Holzgewächse. — Mitt. d. schweiz. Centralanst. f. d. forstl. Versuchswesen, 10.
- ENQUIST, F. 1929. Studier över samtliga växlingar i klimat och växtlighet (Studies of contemporary changes in climate and vegetation). — Svensk geogr. årsbok 1929.
- ERIKSSON, J. V. 1920. Isläggning och islossning i Sveriges insjöar (avec un résumé français). — Medd. f. Stat. meteorol.-hydrogr. anst., 1.
- EULER, H. V. & MYRBÄCK, K. 1922. Zur Kenntnis der Aciditätsbedingungen und der Temperaturempfindlichkeit der Saccharase. — HOPPE-SEYLER'S Zeitschr. f. Physiol. Chemie, 120.
- EWART, A. J. 1896. On assimilatory inhibition in plants. — Journ. Linn. Soc., Botany, 31.
- FABRICIUS, L. 1905. Untersuchungen über den Stärke- und Fettgehalt der Fichte auf der oberbayrischen Hochebene. — Naturwiss. Zeitschr. f. Land- u. Fortwirtschaft, 3.
- FEDOROV, E. E. 1936. Feldkultur und Klima, bewertet nach den Methoden der Komplexen Klimatologie. — Bioklim. Beiblätter, 3.
- FISCHER, A. 1888. Glykose als Reservestoff der Laubhölzer. — Botan. Zeitung, 46.
- , 1891. Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. — Jahrb. wiss. Bot., 22.
- FISHER, R. A. 1932. Statistical methods for research workers, 4th ed. — London 1932.
- FITTING, H. 1919. Untersuchungen über die Aufnahme und über anomale osmotische Koeffizienten von Glycerin und Harnstoff. — Bot. Jahrb., 59.
- FLURY, PH. 1927. Zur Frage der Samenprovenienz. — Schweiz. Zeitschr. Forstwesen, 78.
- FRANCK, A. 1923. Ueber die Harzbildung in Holz und Rinde der Koniferen. — Bot. Archiv, 3.
- FUNKE, G. 1931. On the influence of light of different wave lengths on the growth of plants. — Rec. trav. bot. néerl., 28.
- GAHLEN, K. 1934. Beiträge zur Physiologie der Blattzellen von *Elodea canadensis*. — Protoplasma, 22.
- GAIL, F. W. 1926. Osmotic pressure of cell sap and its possible relation to winter killing and leaf fall. — Bot. Gazette, 81.
- & CONE, W. H. 1929. Osmotic pressure and pH measurements on cell sap of *Pinus ponderosa*. — Bot. Gazette, 88.
- GAMS, H. 1931. Die klimatische Begrenzung von Pflanzenarealen und die Verteilung der hygrischen Kontinentalität in den Alpen. — Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde, Berlin, 66.
- GARDNER, F. E. 1926. Composition and growth initiation of dormant Bartlett pear shoots as influenced by temperature. — Plant Physiology, 4.
- GASSNER, G. & GRIMME, G. 1913. Beiträge zur Frage der Frosthärte der Getreidepflanzen. — Ber. d. deutsch. bot. Ges., 31.
- GLØERSEN, A. T. 1882. Om Skov anlæg og Frøsamling i vestlandske Forstdistrikt. — Den norske Forstforen. Aarbog 1882.
- GOLDSCHMIDT, R. 1932. Genetik der geographischen Variation. — Forsch. u. Fortschr., 8.
- GOLDSMITH, G. W. & SMITH, J. H. C. 1926. Some physico-chemical properties of spruce sap and their seasonal and altitudinal variation. — Colorado Coll. Publ., Sci. Ser. 13.
- GORKE, H. 1906. Über chemische Vorgänge beim Erfrieren der Pflanzen. — Landwirtschaftl. Versuchs-Stationen, 65.
- GOVOROV, L. 1923. The divers characters of winter and spring forms of cereals in connection with the problem of hardiness in winter-crops. — Bull. of Appl. Bot. and Plant Breeding, 13.
- GRAHLE, A. 1933. Vergleichende Untersuchungen über strukturelle und osmotische Eigenschaften der Nadeln verschiedener *Pinus*-Arten. — Jahrb. wiss. Bot., 78.
- GREEN, I. R. 1897. On the action of light on diastase and its biological significance. — Philosophic. Transactions, 188.
- GRIGOR, J. 1865. On raising coniferæ from home-grown and from imported seeds. — The Gardeners Chronicle and Agric. Gazette, 1865 n:o 30.
- GROSS, 1925. Anbauversuch mit Kiefern verschiedener Herkunft im Tharandter Reviere. — Mitt. a. d. Sächs. forstl. Versuchsanst. zu Tharandt, 2.
- FUNDEL, W. 1933. Chemische und physikalisch-chemische Vorgänge bei geischer Induktion. — Jahrb. wiss. Bot., 78.

- GÄUMAN, E. 1935. Der Stoffhaushalt der Buche (*Fagus silvatica* L.) im Laufe eines Jahres. — Ber. d. schweiz. bot. Ges., 44.
- HAGEDORN, H. C. 1921. Undersøgelser vedrørende Blodsukkerregulationen hos Mennesket. — Kjøbenhavn 1921.
- HAGEM, O. 1926. Schütteskader paa furuen (*Pinus silvestris*). — Medd. f. Vestlandets forstl. Forsøksst., Nr. 7.
- , 1931. Forsøk med vestamerikanske træslag (mit deutscher Zusammenfassung) — Ibidem, Nr. 12.
- HAGERUP, O. 1933. Studies on polyploid ecotypes in *Vaccinium uliginosum* L. — Hereditas, 18.
- HALE, G. A. 1933. Effect of latitude, length of growing season, and place of origin of seed on the yield of cotton varieties. — Journ. Agric. Res., 46.
- HAMBERG, H. E. 1907. Medeltal och extremer av lufttemperaturen i Sverige (Moyennes et extrêmes de la température de l'air en Suède) 1856—1907. — Bih. meteorol. iakt. i Sverige, 49, 1908.
- , 1918. Termosynkroner och termoisokroner på den skandinaviska halvön (Thermosynchrone et thermoisochrone dans la péninsule scandinave). — Ibidem, 60, 1922.
- HARVEY, R. B. 1918. Hardening process in plants and developments from frost injury. — Journ. Agric. Res., 15.
- , 1920. Relation of catalase, oxidase and  $H^+$  concentration to the formation of overgrowths. — Amer. Journ. of Botany, 7.
- , 1930. Time and temperature factors in hardening plats. — Ibidem, 17.
- , 1935. An annotated bibliography of the low temperature relations of plants. — Minneapolis 1935.
- HAUCH, L. A. 1908. Nattefrostsens Virkning i ung Bøgeskov. — Det forstl. Forsøgsvesen i Danmark, 2.
- , 1915. Proveniensenforsøg med Eg (Provenienzversuche mit Eiche). — Ibidem, 1.
- , 1916. Nattefrostsens Virkning i ung Bøgeskov, II (Die Wirkung des Spätfrostes in jungen Buchenwaldungen, II). — Ibidem, 5.
- & KÖLPIN RAVN, F. 1915. Egens Meldug (*L'oidium du chêne*). — Ibidem, 17.
- HEIERLE, E. 1935. Blattfarbstoffuntersuchungen an einer grün- und gelbblättrigen Tabak-Varietät. — Ber. d. schweiz. bot. Ges., 44.
- HELLMAN, G. 1921. Klima-Atlas von Deutschland. — Veröff. Preuss. Meteorol. Inst. no. 312.
- HELLSTRÖM, H. & BURSTRÖM, D. 1933. Über das Komponentenverhältnis des Chlorophylls in chlorophylldefekten Mutanten. — Biochem. Zeitschr., 258.
- HELMS, J. 1902. Skovfyren paa Tidsvilde-Frederiksværk Distrikt. — Tidsskr. f. Skovvæsen, B, 14.
- HENRICI, M. 1919. Chlorophyllgehalt und Kohlensäure-Assimilation bei Alpen- und Ebenen-Pflanzen. — Verhandl. d. Naturf. Ges. Basel, 30.
- HERIBERT-NILSSON, N. 1918. Experimentelle Studien über Variabilität, Spaltung, Artbildung und Evolution in der Gattung *Salix*. — Lunds Univ. årsskr., N. F. 14. avd. 2, nr. 28.
- HESELMAN, H. 1907. CARL VON LINNÉ. 23/5 1707—23/5 1907. Ett tvåhundraårsminne. — Skogsvårdsfören. tidskr., 5.
- , 1927. Redogörelse för verksamheten vid Statens skogsförsöksanstalt under femårsperioden 1922—1926 jämte förslag till arbetsprogram. III. Naturvetenskapliga avdelningen. — Medd. f. Stat. skogsf.-anst., 23.
- , 1932. Om klimatets humiditet i vårt land och dess inverkan på mark, vegetation och skog (Über die Humidität des Klimas Schwedens und ihre Einwirkung auf Boden, Vegetation und Wald). — Ibidem, 26.
- HOLLGREN, C. A. 1899. Descendensläran och skogshushållningen. — Tidskr. f. skogshushålln., 27.
- HOOKE, H. D. 1920 a. Seasonal changes in the chemical composition of apple spurs. — Missouri Agric. Exp. Sta. Research Bull, 40.
- , 1920 b. Pentosan content in relation to winterhardiness. — Proc. of the Amer. Soc. for Hort. Science 1920.
- HORN, T. 1923. Das gegenseitige Mengenverhältnis der Kohlenhydrate im Laubblatt in seiner Abhängigkeit vom Wassergehalt. — Bot. Archiv, 3.
- ILJIN, W. S. 1933 a. Über den Kältetod der Pflanzen und seine Ursachen. — Protoplasma, 20.

- ILJIN, W. S. 1933 *b*. Kann das Protoplasma durch den osmotischen Druck des Zellsaftes zerdrückt werden? — Ibidem, 20.
- ILVESSALO, L. 1926. Über die Anbaumöglichkeit ausländischer Holzarten. — Mitt. d. deutsch. dendrolog. Ges., 36.
- IWANOFF, L. 1924. Über die Transpiration der Holzgewächse im Winter. — Ber. d. deutsch. bot. Ges., 42.
- , 1929. Die Sonnenstrahlung als Faktor der Pflanzengeographie und Ökologie. — Biolog. Zentralblatt, 19.
- IWANOW, S. 1929. Zur Biochemie der Fette in den Pflanzen. — Biologia generalis, 5.
- & LISCHKEWITSCH, M. 1928. Über die Katalase in Gersten verschiedener Herkunft. — Wochenschr. f. Brau, 46.
- JACCARD, P. & FREY-WYSSLING, A. 1935. Recherches sur la production de résine chez les pinces scandinaves et chez les pins indigènes. — Mitt. d. schweiz. Centralanst. f. d. forstl. Versuchswesen, 19.
- JANSEN, G. 1929. Physical measurements of the winter wheat plant at various stages in its development. — Plant Physiology, 4.
- JOHANSSON, O. V. 1927. Die Temperaturveränderung mit der Höhe an der Erdoberfläche in Skandinavien. — Ymer, 47.
- JOHNSTON, E. S. 1919. An index of hardness in peach buds. — Amer. Journ. of Botany, 6.
- KAIRAMO, A. O. 1926. Einiges über Dendrologie und Klima in Finnland. — Mitt. d. deutsch. dendrolog. Ges., 36.
- KESSLER, W. 1935. Über die inneren Ursachen der Kälteresistenz der Pflanzen. — Planta, 24.
- KIENITZ, M. 1879. Vergleichende Keimversuche mit Waldsamen aus klimatisch verschieden gelegenen Orten Mittel-Europas. — Bot. Unters. von N. J. C. MÜLLER, 2.
- , 1911. Formen und Abarten der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris* L.). — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 43.
- , 1922. Ergebnis der Versuchspflanzungen von Kiefern verschiedener Herkunft in der Oberförsterei Chorin. — Ibidem, 54.
- KJELLBERG, F. A. 1884. Emotstå tallplanter, uppdragna af svenskt frö, bättre den s. k. skyttesjukdomen, än dylika efter tyskt frö? — Skogsvännen, 3.
- VON KLITZING, 1914. Zur Frage der Erblichkeit von Wuchsfehlern bei der Kiefer. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 44.
- KOKKONEN, P. 1929. Über das Verhältnis der Winterfestigkeit des Roggens zur Dehnbarkeit und Dehnungsfestigkeit seiner Wurzeln. — Acta forest. fennica, 33.
- KONING, C. J. & HEINSIUS, H. W. 1903. De beteekenis en het ontstaan van het anthocyan in bladeren. — Nederl. Kruidkundig Archief, Ser. 3, 2.
- KORSTIAN, C. F. 1924. Density of cell sap in relation to environmental conditions in the Wasatch Mountains of Utah. — Journ. Agric. Res., 28.
- KOSTYTSCHEW, S. 1926. Lehrbuch der Pflanzenphysiologie. I. Chemische Physiologie. — Berlin 1926.
- , 1931. Lehrbuch der Pflanzenphysiologie. II. Stoffaufnahme, Stoffwanderung, Wachstum und Bewegungen, unter Mitwirk. von WENT, F.A.F.C. — Berlin 1931.
- , TSCHESNOKOW, W. & BAZYRINA, K. 1930. Untersuchungen über den Tagesverlauf der Photosynthese an der Küste des Eismeer. — Planta, 11.
- KRISTENSEN, R. K. 1916. Sukkerbestemmelse i Høg og Røer. — Tidsskr. f. Planteavl., 23.
- LAGERBERG, T. 1910. Om gråbarrsjukan hos tallen, dess orsak och verkningar (Die *Hyphodermella*-Krankheit der Kiefer und ihre Bedeutung). — Medd. f. Stat. skogs-förs.-anst., 7.
- , 1913. En abnorm barrfällning hos tallen (Eine Schütteepidemie der schwedischen Kiefer). — Ibidem, 10.
- LAMPRECHT, H. 1925. Chemische Zusammenhang und Biologische Eigenschaften von Sorten und Stämmen einiger Gemüsearten. — Årsskr. f. lantbr.- o. mejeriinst. Alnarp 1935.
- , 1928. Tageslänge und Assimilation. — Bot. Notiser 1928.
- LANGLET, O. 1929 *a*. Några egendomliga frosthärjningar å tallskog jämte ett försök att förklara deras orsak (Einige eigentümliche Schädigungen an Kiefernwald nebst einem Versuch, ihre Entstehung zu erklären). — Skogsvårdsf. tidskr., 27.
- , 1929 *b*. Die Entwicklung der Provenienzf়rage in Schweden. — Verh. intern. Kongr. forstl. Versuchsanst., Stockholm 1929. Stockholm 1930.

- LANGLET, O. 1934 a. Om variationen hos tallen (*Pinus silvestris* L.) och dess samband med klimatet (Über die Variation der Kiefer (*Pinus silvestris* L.) und deren Zusammenhang mit dem Klima). — Skogsvårdsf. tidskr., 32.
- , 1934 b. Proveniensfrågan i ny belysning. — Skogen, 21.
- , 1935. Till frågan om sambandet mellan temperatur och växtgränser (Über den Zusammenhang zwischen Temperatur und Verbreitungsgrenzen von Pflanzen). — Medd. f. Stat. skogsf.-anst., 28.
- LARKUM, A. 1914. Beiträge zur Kenntnis der Jahresperiode unserer Holzgewächse. — Inaug.-Diss., Göttingen 1914.
- LEHENBAUR, P. A. 1914. Growth of maize seedlings in relation to temperature. — Physiol. Researches, 1.
- LEPESCHIN, W. W. 1932. Influence of visible and ultraviolet rays on the stability of protoplasm. — Amer. Journ. of Botany, 19.
- LEWIS, F. J. & TUTTLE, G. M. 1920. Osmotic properties of some plant cells at low temperatures. — Ann. of Botany, 34.
- & —, 1923. On the phenomena attending seasonal changes in the organisation in leaf cells of *Picea canadensis* (Mill.) B. S. P. — New Phytologist, 22.
- LIDFORSS, B. 1896. Zur Physiologie und Biologie der wintergrünen Flora. — Botan. Centralblatt, 68.
- , 1907. Die wintergrüne Flora. — Lunds Univ. årsskr., N. F. 2, avd. 2, nr. 13.
- LINNÆUS, C. 1759. Arboretum svecicum. — (Diss.) Uppsala 1759.
- LIPPMAA, TH. 1924. Über den Parallelismus im Auftreten der Karotine und Anthocyanine in vegetativen Pflanzenorgane. — Sitz.-ber. d. Naturf.-Ges. d. Univ. Dorpat, 30.
- , 1925. Das Rhodoxanthin. seine Eigenschaften, Bildungsbedingungen und seine Funktion in der Pflanze. — Schriften d. Naturf.-Ges. d. Univ. Tartu (Dorpat), 24.
- LISCHKEWITSCH, M. & PRIZEMINA, S. P. 1929. Über den Fermentgehalt in Samen verschiedenen Ursprungs. — Biochem. Zeitschr., 212.
- LIVINGSTON, B. E. & SHREVE, F., 1921. The distribution of vegetation in the United States, as related to climatic conditions. — Carnegie Inst. of Washington, no. 284.
- LOEW, O. 1901. Catalaze, a new enzym of general occurrence, with special reference to the tobacco plant. — Rep. of U. S. dept. of agric., No. 68.
- LUNDEGÅRDH, H. 1914. Einige Bedingungen der Bildung und Auflösung der Stärke. Ein Beitrag zur Theorie des Kohlehydratstoffwechsels. — Jahrb. wiss. Bot., 53.
- MAASS, A. 1907. Frösmängden vid rutsädd av tall- och granfrö (Die zu Kiefern- und Fichtenplattensaaten erforderliche Samenmenge). — Medd. f. Stat. skogsf.-anst., 4.
- MACDOUGAL, D. T. 1914. The auxo-thermal integration of climatic complexes. — Amer. Journ. of Botany, 1.
- MANSKAJA, S. & SCHILINA, M. 1931. Der Fermentgehalt in den Baumpflanzen während der Winterruhe. — Biochem. Zeitschr., 240.
- MARTIN, J. H. 1927. Comparative studies of winter hardiness in wheat. — Journ. Agric. Res., 35.
- MASURE, M. P. 1932. Effect of ultraviolet radiation on growth and respiration of pea seeds, with notes on statistics. — Bot. Gazette, 93.
- MAXIMOW, N. A. 1914. Experimentelle und kritische Untersuchungen über das Gefrieren und Erfrieren der Pflanzen. — Jahrb. wiss. Bot., 53.
- , 1929. Internal factors of frost and drought resistance in plants. — Protoplasma, 7.
- & KRASSNOSSJELSKY-MAXIMOW, T. A. 1917. Seasonal variations of the sugar content and osmotic pressure in wintergreen leaves. — Trav. Jard. Bot. de Tiflis, 19.
- MAYR, H. 1900. Naturwissenschaftliche und forstliche Studien in nordwestlichen Russland. — Allg. Forst- u. Jagd-Zeitung, 76.
- , 1902—03. Ist der Schütteppilz (*Lophodermium pinastri*) ein Parasit? — Forstwiss. Centralblatt, 24—25.
- , 1911. Schüttekrankheit und Provenienz der Föhre (Kiefer). — Ibidem, 33.
- MC NAIR, B. 1930. Gum, tannin, and resin in relation to specificity, environment, and function. — Amer. Journ. of Botany, 17.
- MELIN, D. 1935. Contributions to the study of the theory of selection. II. The problem of ornithophily. — Uppsala Univ. årsskr. 1935:16.
- MER, F. 1879. De la repartition de l'amidon dans les Rameaux des plantes ligneuses. — Bull. soc. bot. de France, 26.
- MEYER, A. 1918. Die angebliche Fettspeicherung immergrüner Laubblätter. — Ber. d. deutsch. bot. Ges., 36.

- MEYER, B. S. 1928. Seasonal variations in the physical and chemical properties of the leaves of the pitch pine, with especial reference to cold resistance. — Amer. Journ. of Botany, 15.
- , 1929. Some critical comments on the methods employed in the expression of leaf saps. — Plant Physiology, 4.
- , 1932. Further studies on cold resistance in evergreens, with special reference to the possible rôle of bound water. — Bot. Gazette, 94.
- MICHAEL, G. 1935. Über die Beziehungen zwischen Chlorophyll- und Eiweissabbau im vergilbenden Laubblatt von *Tropaeolum*. — Zeitschr. f. Bot., 29.
- MITRA, S. 1921. Seasonal changes and translocation of carbohydrate materials in fruit spurs and two-year old seedlings of apple. — Ohio Journ. of Sci., 21.
- MIYAKE, 1902. On the starch of evergreen leaves and its relation to photosynthesis during the winter. — Bot. Gazette, 33.
- VON MOHL, H. 1837. Untersuchungen über die winterliche Färbung der Blätter. — Flora, 20.
- , 1845. Untersuchungen über die winterliche Färbung der Blätter. — Vermischte Schriften botan. Inhalts, Thübingen, 29.
- MOLÉR T. 1908. Über den Chlorophyllgehalt anthocyanführender Blätter. — Bot. Notiser 1908.
- MOLISCH, H. 1897. Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen. — Jena 1897.
- MUDRA, A. 1932. Zur Physiologie der Kälteresistenz des Winterweizens. — Planta, 18.
- MURNEEK, A. E. 1929. Hemicellulose as a storage carbohydrate in woody plants with special reference to the apple. — Plant Physiology, 4.
- MÜLLER-THURGAU, H. 1880. Über das Gefrieren und Erfrieren der Pflanzen. — Lantwirtsch. Jahrb. 9.
- , 1886. Über das Gefrieren und Erfrieren der Pflanzen. — Ibidem, 15.
- MÜNCH, E. 1923. Anbauversuch mit Douglasfichten verschiedener Herkunft und anderen Nadelholzarten. — Mitt. d. deutsch. dendrolog. Ges., 1923.
- , 1924. Verhalten der Nachkommen fremder Kiefernrasen in zweiter Generation. — Forstwiss. Centralblatt, 46.
- , 1928. Klimarassen der Douglasie. — Centralbl. f. d. gesamte Forstwesen, 9.
- , 1932. Über Standortsrasen der Waldbäume. — Beih. Bot. Centralblatt, Ergänzungs-bd., 49.
- MÜNTZING, A. 1936. The evolutionary significance of autopolyploidy. — Hereditas, 21.
- MYRBÄCK, K. & MYRBÄCK, S. 1931. Katalas i korn. — Sv. Bryggarefören. Månadsblad 1911.
- NEWTON, R. 1922. A comparative study of winter varieties with especial reference to winter killing. — Journ. Agric. Sci., 12.
- , 1924. Colloidal properties of winter wheat plants in relation to frost resistance. — Ibidem, 14.
- & BROWN, W. R. 1926. Seasonal changes in the composition of winter wheat plants, in relation to frost resistance. — Ibidem, 41.
- & —, 1931. Catalase activity of wheat leaf juice in relation to frost resistance. — Canadian Journ. of Res., 5.
- , — & ANDERSON, J. A. 1931. Chemical changes in nitrogen fractions of plant juice on exposure to frost. — Ibidem, 5.
- & ANDERSON, J. A. 1931. Respiration of winter wheat plants at low temperatures. — Ibidem, 5.
- NIKLEWSKI, B. 1906. Untersuchungen über die Umwandlungen einiger stickstofffreier Reservestoffe während der Winterperiode der Bäume. — Beih. Bot. Centralbl., 19.
- NILSSON-EHLE, H. 1912. Zur Kenntnis der Erbliehkeitsverhältnisse der Eigenschaft Winterfestigkeit bei Weizen. — Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 1.
- , 1914. Vilka erfarenheter hava hittills vunnits rörande möjligheten av växters acklimatisering? — K. Landtbruksakad. Handl. o. Tidskr., 53.
- , 1919. Vilka faktorer bestämma höstsådens övervintring? — Svenskt Land 1919.
- NORD, F. F. 1932. Physicalisch-chemische Vorgänge bei Enzymreaktionen. — Ergebn. d. Enzymforsch., 1.
- NÄGELI, C. 1865. Ueber den Einfluss äusserer Verhältnisse auf die Varietätenbildung im Pflanzenreiche. — Sitz. ber. K. Bayer. Akad. Wiss., math. phys. Cl., München 1865.
- NÄGELI, W. 1931. Einfluss des Samens auf die Eigenschaften forstlicher Holzgewächse. IV. Die Fichte. — Mitt. d. schweiz. Centralanst. f. d. forstl. Versuchswesen, 18.

- OHLWEILER, W. W. 1912. The relation between the density of cell sap and the freezing points of leaves. — Ann. Repr. of Missouri Bot. Gard., 23.
- OPPERMANN, A. 1929 a. Racer af Douglasie og Sitkagran (Races of Douglas Fir and Sitka Spruce). — Det forstl. Forsøgsvesen i Danmark, 10.
- , 1929 b. Karpaterbøg i danske Skove (Karpathenbuchen in Dänemark). — Ibidem, 10.
- OVERHOLSER, E. L. 1928. A study of the catalase of the fruits of pear varieties. — Amer. Journ. of Botany, 15.
- OVERTON, E. 1899. Beobachtungen und Versuche über das Auftreten von rothem Zellsaft bei Pflanzen. — Jahrb. wiss. bot., 33.
- PALLADIN, W. 1912. Über die Bedeutung der Atmungspigmente in den Oxydationsprozessen der Pflanzen und Tiere. — Zeitschr. f. Gärungsphysiologie, 1.
- PALMCRAANTZ, A. 1855. Hvilken erfarenhet har man vunnit vid användandet af in- eller utländska skogsfrön? Yttrande i diskussion 26/3 1855. — Vermländska Bergsmannafören. Annaler 1855.
- PARNAS, J. K. 1926. Allgemeines und Vergleichendes des Wasserhaushaltes. — In BETHE, BERGMANN, EMBDEN & ELLINGER: Handb. d. norm. u. pathol. Physiologie, 17.
- PEARSON, G. A. 1931. Forest types in the southwest as determined by climate and soil. — U. S. Dept. of Agric., Techn. Bull. No. 247.
- PENHALLOW, D. P. 1886. Variation of water in trees and shrubs. — Canadian Rec. Sci., 2.
- PHILIPSCHENKO, J. 1927. Variabilität und Variation. — Berlin 1927.
- PITTUIS, G. 1935. Über die stofflichen Grundlagen des osmotischen Druckes bei *Hedera Helix* und *Ilex Aquifolium*. — Bot. Archiv., 37.
- PLESTER, W. 1912. Kohlensäureassimilation und Atmung bei Varietäten derselben Art, die sich durch ihre Blattfärbung unterscheiden. — Beitr. Biol. d. Pflanzen, 11.
- POJARKOVA, A. 1924. Winterruhe, Reservestoffe und Kälteresistenz bei Holzpflanzen. — Ber. d. deutsch. bot. Ges., 42.
- VON POST, L. & GRANLUND, E. 1925. Södra Sveriges torvtillgångar. — Sveriges geolog. unders. Årsbok, 19.
- PRESTON, J. F. & PHILLIPS, F. J. 1911. Seasonal variation in the food reserves of trees. — Forestry Quarterly, 9.
- PUTTENDÖRFER, H. 1936. Vergleichende Wasserhaushaltsuntersuchungen an verschiedenen Rassen von *Pinus silvestris*. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 68.
- RAUNKJÆR, C. 1918. Über den Begriff der Elementarat im Lichte der modernen Erblichkeitsforschung. — Zeitschr. f. ind. Abstammungs- u. Vererbungsl., 19.
- RASMUSSEN, J. 1933. A contribution to the theory of quantitative character inheritance. — Hereditas, 18.
- REICHARDT, O. 1871. Ueber die Lösungsvorgänge der Reservestoffe in den Hölzern bei beginnender Vegetation. — Lantwirtsch. Versuchs-Stat., 14.
- RENSCH, B. 1929. Das Prinzip geographischer Rassenkreise und das Problem der Artbildung. — Berlin 1929.
- RENWALL, A. 1912. Über die Beziehungen zwischen der Stärketransformation der Holzgewächse in der Winterperiode und ihrem Gehalt an sogenanntem Gerbstoff. — Beih. Bot. Centralblatt, 28.
- RIASANZEW, A. W. 1930. Zur Frage über die Saisonveränderungen des Assimilationsapparates bei einigen von unseren wintergrünen Pflanzen. — Bull. Inst. Rech. Biol. Perm, 7.
- , 1934. Winterliche Transpiration der Holzgewächse im Zusammenhange mit ihrer geographischen Verbreitung. — Ibidem, 9.
- RIGG, G. B. & CAIN, R. A. 1929. A physico-chemical study of the leaves of three medical plants in relation to evergreens. — Amer. Journ. of Botany, 16.
- ROBERTS, R. H. 1922. The development and winter injury of cherry blossom buds. — Wisconsin Agric. Exp. Sta. Research Bull., 52.
- ROMELL, L.-G. 1925. Växttidsundersökningar å tall och gran (Recherches sur la marche de l'accroissement chez le pin et l'épicéa durant la période de végétation). — Medd. f. Stat. skogsf.-anst., 22.
- , 1926. La question de la provenance en Suède. — Actes de 1er Congr. int. d. Sylviculture, 4, Rome 1926.
- ROSA, J. T. 1920. Pentosan content in relation to hardiness of vegetable plants — Proc. Amer. Soc. Hort. Science 1920.
- , 1921. Investigation on the hardening process in vegetable plants. — Missouri Agr. Exp. Sta. Research Bull., 48.



- ROSENBERG, O. 1896. Die Stärke der Pflanzen im Winter. — Bot. Centralblatt, 66.
- SAMOFAL, S., 1925. Климатические расы обыкновенной сосны (*Pinus silvestris*) и их значение в организации семенного хозяйства СССР (Klimatiska raser av vanlig tall (*Pinus silvestris*) och deras betydelse för fröförsörjningsorganisation i SSSR). — Труды по лесному опытному делу (Arbeten från skogliga försöksväsendet), Moskva, 1 (65).
- SATTLER, H. 1929. Beiträge zur Kenntnis des N-Stoffwechsels wintergrüner Pflanzen. — Planta, 9.
- SAULESCU, N. 1931. Die Winterfestigkeit einiger  $F_1$ -Winterbastarde. — Der Züchter, 3.
- SCHAEFFNIT, E. 1910. Studien über den Einfluss niederer Temperaturen auf die pflanzliche Zelle. — Mitt. d. Kaiser-Wilhelm-Inst. f. Landwirtsch. in Bramberg, 3.
- & LÜDTKE, M. 1932. Über den Stoffwechsel landwirtschaftlicher Kulturpflanzen bei verschiedenen Temperaturen und wechselnder Ernährung. — Phytopat. Zeitschr., 4.
- & WILHELM, A. F. 1933. Kühlversuche mit verschieden ernährten Pflanzen und Untersuchungen über deren Stoffwechselphysiologie. — Ibidem, 5.
- SCHIEBE, A. 1932. Die Keimung des Hafers in ihrer Abhängigkeit von der physiologischen Konstitution des Saatgutes. — Archiv f. Pflanzenbau, 8.
- SCHELLENBERG, H. C. 1905. Über Hemicellulose als Reservestoffe bei unseren Waldbäumen. — Ber. d. deutsch. bot. Ges., 23.
- SHIBATA, K. & YAKUSHIJI, E. 1933. Der Reaktionsmechanismus der Photosynthese. — Die Naturwissenschaften, 21.
- SCHIMPER, A. F. W. 1885. Untersuchungen über die Chlorophyllkörner und die ihnen homologen Gebilde. — Jahrb. wiss. Bot., 16.
- SCHMIDT, W. 1926. Das Katalaseferment in Kiefern Samen. — Forstarchiv, 2.
- , 1929 a. Weitere Katalaseuntersuchungen als Prüfmassstab des Samenzustandes. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 61.
- , 1929 b. Forstliche Pflanzenzüchtung. — Silva, 17.
- , 1929 c. Universalrassen, Landrassen, Standortsrassen, Individualrassen. — Der deutsche Forstwirt, 11.
- , 1930 a. Unsere Kenntnis vom Forstsaatgut. — Berlin 1930.
- , 1930 b. Der jetzige Stand der Samenherkunftsprüfung. — Forstarchiv, 6.
- , 1930 c. Forstliche Pflanzenzüchtung. — Der Züchter, 2.
- SCHOTT, P. K. 1904. *Pinus sylvestris* L. Die gemeine Kiefer. Beiträge zur Systematik und Provenienzfrage mit besonderer Berücksichtigung des in Deutschland in den Handel kommenden Samens. — Forstwiss. Centralblatt, 26.
- , 1907. Rassen der gemeinen Kiefer. — Ibidem, 29.
- , 1934. Rassen der gemeinen Kiefer. Niedergang und Aufstieg im deutschen Wald. — Der deutsche Forstwirt, 16.
- SCHOTTE, G. 1905. Talkkottens och tallfröets beskaffenhet skördeåret 1903—1904 (Die Beschaffenheit der Kiefernzapfen und des Kiefern Samens im Erntejahre 1903—1904). — Medd. f. Stat. skogsf.-anst., 2.
- , 1910 a. Om färgning af skogsfrö i syfte att utmärka utländsk vara (Über die Färbung des Forst Samens zur Unterscheidung ausländischer Ware). — Ibidem, 7.
- , 1910 b. Om betydelsen af fröets hemort och moderträdet ålder vid tallkultur (Über die Bedeutung der Samenprovenienz und des Alters des Mutterbaumes bei Kiefern kulturen). — Ibidem, 7.
- , 1914. Tallplanter av frö från olika hemort. Ett bidrag till proveniensfrågan. (Kiefernplanter aus Samen verschiedener Heimat. Ein Beitrag zur Provenienzfrage.) — Ibidem, 11.
- , 1923 a. Tallfröets proveniens — Norrlands viktigaste skogsodlingsfråga (La provenance des semences du pin sylvestre — une question très importante pour la régénération des forêts en Norrland). — Ibidem, 20.
- , 1923 b. Beskrivning över Skogsförsöksanstaltens försöksytor å Svältorna i Västergötland. — Skogsf.-anst. exkursionsledare VI.
- SCHREIBER, M. 1924. Waldbauliche Folgerungen aus Studien über die Variation des Blattcharakters unserer Holzarten. — Centralbl. f. d. gesamte Forstwesen, 50.
- SCHROEDER, H. & HORN, T. 1922. Das gegenseitige Mengenverhältnis der Kohlenhydrate im Laubblatt in seiner Abhängigkeit vom Wassergehalt. — Biochem. Zeitschr., 130.
- SCHRÖTER, C. 1898. Ueber die Vielgestaltigkeit der Fichte. — Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. in Zürich, 43.

- SCHULTZ, E. 1888. Ueber Reservestoffe in immergrünen Laubblättern. — *Flora*, 56.
- SCHWARZ, H. 1934. Über die Kennzeichnung von Kiefernherkünften nach anatomischen Blattmerkmalen. — *Allg. Forst- u. Jagd-Zeitung*, 110.
- SEELHORST, C. 1910. Über den Trockensubstanzgehalt junger Weizenpflanzen verschiedener Varietät. — *Journ. f. Landwirtsch.*, 58.
- SELLSHOP, J. P. P. & SALMON, S. C. 1928. The influence of chilling, above the freezing point, on certain crop plants. — *Journ. Agric. Res.*, 37.
- SENN, G. 1925. Einfluss von Licht und Temperatur in den Alpen auf Physiologie und Anatomie der Pflanzen. — *Verh. d. klimatolog. Tagung in Davos 1925. Basel 1925.*
- SIDÉN, J. E. 1934. Något om betydelsen av utsädetts härstamning vid utförande av sortförsök med korn i Norrland. — *Sveriges utsädesf. tidskr.*, 44.
- VON SIEVERS, M. 1995. Ueber die Vererbung von Wuchsfehlern bei *Pinus silvestris* L. — *Mitt. d. deutsch. dendrolog. Ges.*, 4.
- SINZ, E. 1914. Beziehungen zwischen Trockensubstanz und Winterfestigkeit bei verschiedenen Winterweizen-Varietäten. — *Journ. f. Landwirtsch.*, 62.
- SJÖBERG, K. 1931. Beitrag zur Kenntnis der Bildung des Chlorophylls und der gelben Pflanzenpigmente. — *Biochem. Zeitschr.* 240.
- S(JÖGREEN), C. M. 1877. Om tallplantors »skytte». — *Skogsvännan*, 8.
- SMITH, L. 1925. Gødningsforsøg ved Nyanlæg af Skov paa midtjydske Hedejord. — *Det forstl. Forsøgsvesen i Danmark*, 9.
- SOKOLOFF, P. J. 1928. Zur Frage über geographische Rassen der *Pinus silvestris*. — *Bull. Jard. Bot. Princ. U.S.S.R.*, 27.
- SOMERVILLE, W. 1911. Experiments with Scots pine seed from various sources. — *Quart. Journ. of Forestry*, 5.
- SORAUER, P. 1906. Experimentelle Studien über die mechanischen Wirkungen des Frostes bei Obst- und Waldbäumen. — *Landwirtsch. Jahrb.*, 35.
- SPOEHR, A. H. 1919. The carbohydrate economy of cacti. — *Carnegie Inst. of Washington, Publ.* 287.
- STEINER, M. 1933. Zum Chemismus der osmotischen Jahresschwankungen einiger immergrüner Holzgewächse. — *Jahrb. wiss. Bot.*, 78.
- STILES, W. 1930. On the cause of cold death of plants. — *Protoplasma*, 9.
- STORY, F. 1910. Seed experiments with *Pinus sylvestris*. — *Trans. Roy. Scot. Arbor. Soc.*, 23.
- STRAUSBAUGH, P. D. 1921. Dormancy and hardiness in the plum. — *Bot. Gazette*, 71.
- STÄLFELT, M. G. 1924. Tallens och granens kolsyreassimilation och dess ekologiska betingelser. — *Medd. f. Stat. skogsf.-anst.*, 21.
- , 1927. Periodische Schwankungen im Chlorophyllgehalt wintergrüner Pflanzen. — *Planta*, 4.
- SUPAN, A. 1880. Die Vertheilung der jährlichen Wärmeschwankung der Erdoberfläche. — *Zeitschr. f. wiss. Geogr.*, 1.
- SYLVÉN, N. 1916. Den nordsvenska tallen (Die nordschwedische Kiefer). — *Medd. f. Stat. skogsf.-anst.*, 13—14.
- , 1930. Resultat och önskemål vid vallväxtförädlingen. — *K. Landtbruksakad. Hand. o. Tidskr.*, 69.
- TIRÉN, L. 1930. Skogsträdens frösättning år 1930. — *Stat. skogsf.-anst. flygblad nr 41.*
- , 1935. Om granens kottsättning, dess periodicitet och samband med temperatur och nederbörd. — *Medd. f. Stat. skogsf.-anst.*, 28.
- TISCHLER, G. 1905. Über die Beziehungen der Anthocyanbildung zum Winterhärte der Pflanzen. — *Beih. Bot. Centralblatt*, 18.
- TROPOVA, A. T. 1929. The active acidity of cell sap of some plants and their susceptibility to fungus and bacterial infection. — *Journ. Agric. Res.*, North Caucasus, 13.
- VON TUBEUF, C. 1913. Schüttekrankheit der Kiefer. — *Naturwiss. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch.*, 11.
- TUMANOW, I. I. 1931. Das Abhärten winterannuelle Pflanzen gegen niedrige Temperaturen. — *Phytopat. Zeitschr.*, 3.
- & BORODIN, I. N. 1930. Untersuchungen über die Kälteresistenz von Winterkulturen durch direktes Gefrieren und indirekte Methoden. — *Ibidem*, 3.
- TURESSON, G. 1922 a. The species and the variety as ecological units. — *Hereditas*, 3.
- , 1922 b. The genotypical response of the plant species to the habitat. — *Ibidem*, 3.
- , 1927 a. Contributions to the genecology of glacial relicts. — *Ibidem*, 9.
- , 1927 b. Untersuchungen über Grenzplasmolyse- und Saugkraftwerte in verschiedenen Ökotypen derselben Art. — *Jahr. wiss. Bot.*, 66.

- TURESSON, 1928. Erbliche Transpirationsdifferenzen zwischen Ökotypen derselben Pflanzenart. — *Hereditas*, 11.
- , 1929. Ecotypical selection in siberian *Dactylis glomerata* L. — *Ibidem*, 12.
- , 1930 a. The selective effect of climate upon the plant species. — *Ibidem*, 14.
- , 1930 b. Genecological units and their classificatory value. — *Svensk bot. tidskr.*, 24.
- , 1931. The geographical distribution of the alpine ecotype of some eurasic plants. — *Hereditas*, 15.
- , 1932. Die Pflanzenart als Klimaindikator. — *K. fysiogr. sällsk. i Lund förh.*, 2.
- , 1935. Växtartens ekologiska differentiering med särskild hänsyn till kulturväxterna. — *Ber. Nord. Jordbrugsf. Foren.* 5. Kongress Köbenhavn 1935. Nord. Jordbrugsforsk. 1935.
- TURSKI, 1878. Bericht über Erfahrungen im Pflanzengarten. — *Berichte der Pietrowskischen Land- u. Forstwirthsch. Akad.*, 8. (Referat av GUSE i Allg. Forst- u. Jagd-Zeit., 56, 1880.)
- TUTTLE, G. M. 1919. Induced changes in reserve materials in evergreen herbaceous plants. — *Ann. of Botany*, 33.
- , 1921. Reserve food materials in vegetative tissues. — *Bot. Gazette*, 71.
- TYSDAL, H. M. 1934. Determination of hardness in alfalfa varieties by their enzymatic responses. — *Journ. Agric. Res.*, 48.
- URSBRUNG, A. & BLUM, G. 1916. Zur Methode der Saugkraftmessung. — *Ber. d. deutsch. bot. Ges.*, 34.
- UVAROV, B. P. 1931. Insects and climate. — *Trans. Entomolog. Soc. London*, 79.
- VASSILJEW, I. M. 1931. Untersuchungen über die Dynamik der Kohlehydrate bei dem Weizen. I. Einfluss der Wasserversorgung auf die Umwandlung der Kohlehydrate. — *Wiss. Archiv f. Landwirtsch.*, A. Pflanzenbau, 7.
- , 1932. II. Die Dynamik der löslichen Kohlehydrate im Zusammenhang mit den Wetterbedingungen. — *Ibidem*, 8.
- DE VILMORIN, L. 1862. Exposé historique et descriptif de l'École forestière des Barres. — *Memoires Soc. Imper. d'agric.* 1982.
- WALLÉN, A. 1924. Nederbördskartor över Sverige (Résumé en français). — *Medd. f. Stat. meteorol.-hydrogr. anst.*, 2.
- , 1930. Climate of Sweden. — *Stat. meteorol.-hydrogr. anst.*, No. 279.
- WALTER, 1921. Versuchsfläche mit Kiefern verschiedener Herkunft. — *Mitt. d. deutsch. dendrolog. Ges.* 1921.
- WALTER, H. 1931. Die Hydratur der Pflanzen. — *Jena* 1931.
- WARMING, E. 1883. Beobachtungen über Pflanzen mit überwinternden Laubblättern. — *Bot. Centralblatt*, 16.
- WARTENBERG, H. 1929. Über primäre und sekundäre Kälteresistenz bei Bohnensippen. — *Planta*, 7.
- WEAVER, J. E. & MOGENSEN, A. 1919. Relative transpiration of coniferous and broad-leaves trees in autumn and winter. — *Bot. Gazette*, 68.
- WEBER, F. 1909. Untersuchungen über die Wandlungen des Stärke- und Fettgehaltes der Pflanzen, insbesondere der Bäume. — *Sitz.-ber. K. u. K. Akad. Wiss. Wien*, 118.
- WERCKMEISTER, P. 1934. Über die künstliche Aufzucht von Embryonen aus *Iris*-Bastardsamen. — *Die Gartenbauwissenschaft*, 8.
- WIBECK, E. 1912. Tall och gran av sydlig härkomst i Sverige (Über das Verhalten der Kiefern und Fichten von ausländischem, besonders deutschem Saatgut in Schweden). — *Medd. f. Stat. skogsf.-anst.*, 9.
- , 1913. Om självsädd och skogsodling i övre Norrland (Über natürliche und künstliche Verjüngung in den Wäldern Nordschwedens). — *Ibidem*, 10.
- , 1916—17. Om eftergroning hos tallfrö (Verspäterung der Keimung nordschwedischen Kiefernsemens bei Freilandsaat). — *Ibidem*, 13—14.
- , 1919. Om tall- och granfrö från Norrland. — *Skogen*, 6.
- , 1920. Det norrländska tallfröets grobarhet (Die Keimfähigkeit des norrländischen Kiefernsemens). — *Medd. f. Stat. skogsf.-anst.*, 17.
- , 1926. Proveniensfrågans nuvarande ställning i Tyskland. — *Svenska skogsvårdsf. tidskr.*, 24.
- , 1929. Till frågan om sambandet mellan en Orts värmeklimat och hårdigheten hos dess tallvegetation. — *Norrlands skogsvårdsf. tidskr.* 1929.
- , 1930—31. Mera om systemen för beräkning av de svenska tallprovenienserernas inbördes hårdighet. — *Ibidem* 1930, 1931.

- WIBECK, 1931. Än en gång om systemen för beräkning av svenska tallproveniencers relativa hårdighet. — Ibidem 1931.
- WIEDEMANN, E. 1930. Die Versuche über den Einfluss der Herkunft des Kiefernensamens. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 62.
- WIEGAND, K. M. 1906. Some studies regarding the biology of buds and twigs in winter. — Bot. Gazette, 41.
- WIGHT, W. 1933. Radial growths of the xylem and the starch reserves of *Pinus sylvestris*: A preliminary survey. — New Phytologist, 32.
- WILD, H. 1881. Die Temperatur-Verhältnisse des russischen Reiches. — Repert. f. Meteorologie, Suppl.-bd., Petersburg 1881.
- WILHELM, A. F. 1935 a. Untersuchungen über die Kälteresistenz winterfester Kulturpflanzen unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses verschiedener Mineralsalzernährung und des N-Stoffwechsels. — Phytopatolog. Zeitschr., 8.
- , 1935 b. Studien über die Bedeutung der Lipoide, insbesondere der Phosphatide, für die Frostresistenz der Pflanzen. — Ibidem, 8.
- , 1935 c. Untersuchungen über das Verhalten sogenannter nicht eisbeständiger Kulturpflanzen bei niederen Temperaturen, unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses verschiedener Mineralsalzernährung und des N-Stoffwechsels. — Ibidem, 8.
- WILLSTÄTTER, R. & STOLL, A. 1913. Untersuchungen über Chlorophyll. — Berlin 1913.
- , 1918. Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure. — Berlin 1918.
- WIMMER, E. 1924. Beiträge zur Biologie der Kiefer. — Forstwiss. Centralblatt, 46.
- WINKLER, A. 1912—13. Über den Einfluss der Aussenbedingungen auf die Kälteresistenz ausdauernder Gewächse. — Jahrb. wiss. Bot., 52.
- WITTE, H. 1913. Rödklöverförsök på Svalöf under åren 1907—1912. — Sveriges utsädesf. tidskr., 23.
- WYND, F. L. & REYNOLDS, E. S. 1935. Studies in ultra-violet and respiratory phenomena. I. Review of work published before June, 1935. — Ann. Missouri Bot. Gard., 22.
- , FULLER, H. J. & REYNOLDS, E. S., 1935. Studies in ultra-violet and respiratory phenomena. II. The effects of ultra-violet on respiration and respiratory enzymes of higher plants. — Ibidem, 22.
- ZACHAROWA, T. M. 1929. Über den Gaswechsel der Nadelholzpflanzen im Winter. — Planta, 8.
- ZELLER, A. 1935 a. Untersuchungen über die Umwandlung höherer Fettsäuren in Kohlehydrate bei der Keimung von Kürbissamen. — Jahrb. wiss. Bot., 82.
- , 1935 b. Untersuchungen über Chlorophyllgehalt, Trockengewicht und Aschengehalt in Abhängigkeit von Seehöhe und Jahreszeit. — B. B. C., 54.
- ZIMMERLE, 1932. Aufnahmeergebnisse von Anbauversuchen mit Forchen verschiedener Herkunft. — Silva, 20.
- ÅKERLUND, E. 1933. Ein Fall von Naturselektion in einer Kreuzungspopulation. — Hereditas, 18.
- ÅKERMAN, Å. 1919. Über die Bedeutung der Art des Auftauens für die Erhaltung gefrorener Pflanzen. — Bot. Notiser 1919.
- , 1923. Undersökningar rörande våra höstsädessorters vinterhårdighet. — Ber. Nord. Jordbrugsf. Foren. 2. Kongress Göteborg 1923. Nord. Jordbrugsforsk. 1923.
- , 1927. Studien über den Kältetod und die Kälteresistenz der Pflanzen nebst Untersuchungen über die Winterfestigkeit des Weizens. — Veröff. d. K. u. A. WALLENBERG-Stift., 10.
- & JOHANSSON, HJ. 1917. Beiträge zur Kenntniss der Kälteresistenz des Winterweizens. — Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 5.
- , ANDERSSON G. & LINDBERG, J. E. 1935. Studien über die Winterfestigkeit des Roggens. — Zeitschr. f. Züchtung, A Pflanzenz., 20.
- ÖRTENBLAD, TH. 1888. Om den högnordiska tallformen *Pinus silvestris*  $\beta$  *lapponica* (Fr.) Hn. — Bih. K. Vet.-Akad. Handl., 13.
- , 1898. Ärtflighet och urval, tillämpade på skogsträd och skogshushållning. — Tidskr. f. skogshushålln., 26.
- , 1899. Ärtflighet och urval, tillämpade på skogsträd och skogshushållning. — Ibidem, 27.
- , 1901. Anteckningar om trädens biologi. — Bih. till Årsskr. f. fören. f. skogsvård i Norrland 1901.

**Förteckning över de 582 svenska provenienserna av tall, använda vid regressionsräkningen i kap. 6.** Förteckningen upptager hemortens nordliga bredd samt dess längd från Stockholms meridian, höjden över havet, antalet dagar med normal dygnsmedeltemperatur  $\geq +6^\circ$  under året, samt medelvärden av korrigerade torrsubstanshaltvärden för oktober och november 1931 (kursiverade värden avse korrigerade oktobervärden). I de fall hemortens namn är kursiverat, härrör fröet från kulturbestand av okänd härstamning.

Verzeichnis der 582 schwedischen Kiefernprovenienzen, verwendet bei der Regressionsrechnung in Kap. 6. Das Verzeichnis enthält die nördliche Breite der Heimatsorte, sowie ihre Länge von der Stockholmer Meridian ( $18^\circ 3,5'$  E. von Greenwich) gerechnet, ihre Meereshöhe, die Zahl der Tage mit normaler Tagesmitteltemperatur  $\geq +6^\circ$  C. und Mittelwerte der korrigierten Trockensubstanzbestimmungen während Oktober und November 1931 (kursivierte Werte bedeuten korrigierte Oktober-Werte). Kursivierte Ortsnamen beziehen sich auf Samen von Kulturbeständen unbekannter Herkunft.

Hemort Heimat	Latitud	Longitud	Höjd över havet Meereshöhe m	Dygn $\geq +6^\circ$ Tage $\geq +6^\circ$	Torrsub- stanshalt Trockensub- stanzgehalt %
<i>Norrbottens län:</i>					
Hosiokangas.....	67°19'	5°2' E.	190	112	40,0
Häinäjäänkänaho.....	67°7'	4°33' E.	165	115	36,4
Äihämä.....	66°58'	4°42' E.	100—125	116	37,2
Narken.....	66°55'	4°42' E.	90—100	116	37,2
Murasjärvet.....	66°55'	3°42' E.	230	114	35,6
Lahnasuando.....	66°46'	4°37' E.	90	118	37,6
Randijaur.....	66°45'	1°14' E.	290	112	39,4
Kuitasniemi.....	66°40'	5°50' E.	75	121	35,9
Alanen—Jäivaara....	66°38'	5°49' E.	100	121	37,3
Alanenvaara.....	66°38'	5°49' E.	75—100	121	36,8
Kynsivaara.....	66°38'	5°47' E.	190	121	37,4
Valheden.....	66°38'	4°10' E.	100	120	36,2
Bredseludden.....	66°36'	4°45' E.	100	120	36,2
Ansvar.....	66°36'	4°42' E.	60—100	120	35,6
Juomuatisjärvi.....	66°33'	5°18' E.	180	115	39,8
Rödupp.....	66°31'	4°42' E.	70	122	36,6
Älviden.....	66°31'	2°30' E.	100—125	117	38,9
Murjek.....	66°28'	2°50' E.	270	115	38,2
Haapakylä.....	66°24'	5°27' E.	100—125	120	37,9
Puostijärvi a.....	66°23'	5°17' E.	110	120	37,7
» b.....	66°22'	5°20' E.	135	120	37,0
Mårdsel.....	66°18'	3°20' E.	160	115	36,7
Lombmyren.....	66°10'	4°25' E.	100	118	37,7
Koutojärvi.....	66°5'	5°25' E.	100	123	36,8
Abramså.....	66°5'	3°36' E.	75	120	37,4
Norden.....	66°3'	2°0' E.	180	115	37,8
Vargisåvattnet.....	66°3'	1°31' E.	400	110	39,3
Orrgränberget.....	65°57'	3°12' E.	70	125	36,4
Brändheden.....	65°51'	5°3' E.	60	123	38,4
Pälängeberg.....	65°48'	4°54' E.	60	125	36,8
Östrand.....	65°47'	2°36' E.	80	122	36,0
Vändträsket.....	65°44'	3°27' E.	75—100	123	35,8

Hemort Heimat	Latitud	Longitud	Höjd över havet Meereshöhe m	Dygn ≥ + 6° Tage ≥ + 6°	Torrsub- stanshalt Trockensub- stanzgehalt %
Seskarön.....	65°43'	5°41' E.	12	125	36,0
Lauker.....	65°37'—39'	1°47'—50' E.	350—375	118	37,4
Hindersön.....	65°35'	4°32' E.	20	128	36,4
Tvärån.....	65°33'	3°3' E.	50—100	125	35,1
Koler.....	65°30'	2°47' E.	280	114	36,6
Storträsk.....	65°28'	3°0' E.	120	122	35,0
Granliden.....	65°21'	2°23' E.	380	118	38,0
<i>Västerbottens län:</i>					
Strandfors.....	65°15'	2°20' E.	195	120	35,7
Lindenäs.....	65°13'	0°42' E.	320	121	36,1
Storbäcken.....	65°8'	0°48' E.	300	121	37,8
Treholmsforsen.....	65°6'	1°25' E.	240	121	37,2
Jörn.....	65°5'	1°57' E.	280	121	37,0
Maurliden.....	65°4'	1°28' E.	300	121	35,8
Jörn.....	65°2'	2°4' E.	250—275	123	35,6
Byske.....	65°0'	3°4' E.	30	126	35,2
Kvammarnäs.....	65°0'	1°7' E.	320	121	37,0
Storselet.....	64°57'	2°45' E.	150—200	124	34,2
Nilsliden.....	64°57'	2°8' E.	275—300	123	35,9
Vallen.....	64°57'	1°20' E.	275—300	122	37,0
Grundträsk.....	64°39'	1°0' E.	250	124	35,6
Älgräsk.....	64°36'	0°26' E.	250—300	122	37,1
Svarttjärn.....	64°29'	2°47' E.	70	125	34,8
Bjuröklubb.....	64°28'	3°32' E.	5	130	35,0
Yttersjön.....	64°25'	1°37' E.	240	124	36,2
Sirapsbacken.....	64°22'	1°23' E.	210	128	36,4
Hällnäs.....	64°20'	1°27' E.	190	129	35,5
Avaträsk.....	64°20'	1°46' W.	280	121	37,4
Svartberget.....	64°15'	1°42' E.	290	128	36,5
Abborrtjärn.....	64°14'	1°41' E.	180	128	36,1
Skivsjö.....	64°6'	1°15' E.	200—225	124	37,4
Vännfors.....	64°0'	1°50' E.	75—100	131	35,7
Holmön.....	63°48'	2°50' E.	25—50	130	35,6
<i>Jämtlands län:</i>					
Näsviken.....	63°51'	2°31' W.	290	130	35,6
Mo.....	63°35'	2°43' W.	320	120	35,7
Änge.....	63°27'	4°0' W.	305	122	38,3
Hissmon.....	63°20'	3°36' W.	280—300	130	34,6
Lillsjöhögen.....	63°11'	2°51' W.	280	132	35,5
Stugun.....	63°10'	2°26' W.	225—250	132	35,8
Rån.....	63°8'	3°34' W.	350—375	130	35,6
Fångsjöbacken.....	63°4'	1°16' W.	240	134	35,0
Norra Hackön.....	63°3'	3°40' W.	300—325	130	37,8
Hägsjön.....	63°2'	2°4' W.	290	132	35,8
Fors.....	63°0'	1°23' W.	100	136	35,4
Borgviken.....	63°0'	3°42' W.	300—325	135	35,4
Ubyn.....	62°54'	2°47' W.	300—325	135	35,0
Tunvågen.....	62°53'	3°23' W.	350	130	36,4
Bergsbyn.....	62°49'	3°37' W.	400	130	35,2
Bräcke.....	62°45'	2°37' W.	300	135	35,4

Hemort Heimat	Latitud	Longitud	Höjd över havet Meereshöhe m	Dygn ≡ + 6° Tage ≡ + 6°	Torrsub- stanshalt Trockensub- stanzgehalt %
Handsjö.....	62°29'	3°28' W.	300	133	35,0
Råtan.....	62°29'	3°34' W.	350	130	35,7
Västra Sjugarsjön....	62°11'	3°4' W.	260—270	133	34,1
Ytterhogdal.....	62°10'	3°8' W.	275	131	34,4
Frukten.....	62°3'	3°27' W.	340—350	131	35,5
Lillhärda.....	61°51'	4°0' W.	440	125	35,6
<i>Västernorrlands län:</i>					
Rörström.....	64°8'	1°45' W.	280	123	37,3
Bodum.....	63°55'	1°45' W.	220	130	34,6
Västra Kortingvattnet	63°49'	1°6' W.	300—350	130	34,9
Junsele.....	63°42'	1°10' W.	210	135	36,7
Mellansel.....	63°26'	0°12' E.	175	135	35,4
Mo.....	63°23'	0°24' E.	50—75	135	34,9
Sollefteå.....	63°9'	1°10' W.	250—300	140	34,0
Nyland.....	63°1'	0°18' W.	25	140	33,3
Östergraninge.....	62°59'	1°6' W.	210	132	36,8
Säbrå.....	62°37'	0°12' W.	25—50	142	35,0
By.....	62°30'	2°47' W.	250	135	35,4
Vikarbodarna.....	62°24'	2°45' W.	270	135	34,2
Nybo.....	62°23'	2°40' W.	275—300	135	34,2
Bremö.....	62°12'	0°21' W.	25	140	34,8
<i>Gävleborgs län:</i>					
Lillvall.....	62°5'	1°22' W.	200	140	34,3
Alsjövallen.....	62°1'	2°5' W.	200	140	32,9
Kårböle.....	61°59'	2°41' W.	240	135	35,4
Bredåker.....	61°58'	0°53' W.	100—125	145	34,0
Västeråsen.....	61°52'	1°58' W.	200	140	35,9
Delsbo.....	61°50'	1°29' W.	65	146	34,4
Näsviken.....	61°46'	1°13' W.	50—75	148	33,4
Sjöändan.....	61°45'	3°28' W.	425	125	35,2
Semmenvik.....	61°43'	0°42' W.	5	144	35,2
Kalvsjön.....	61°42'	1°43' W.	150—175	142	34,8
Voxnahed.....	61°42'	3°1' W.	275—300	130	35,6
Björnsäter.....	61°37'	1°13' W.	130	145	34,7
Gluggtjärn.....	61°33'	2°1' W.	300—325	140	33,9
Lövriset.....	61°29'	2°38' W.	220	136	33,4
Gäddvikebo.....	61°22'	1°54' W.	100—125	145	34,1
Prästnäs.....	61°22'	1°58' W.	100	144	35,8
Born.....	61°22'	2°30' W.	200—225	138	33,6
Styfje.....	61°20'	1°0' W.	20—25	150	33,3
Homna.....	61°20'	2°23' W.	200	145	34,0
Morängen.....	61°18'	1°0' W.	25—50	150	34,4
Segerstad.....	61°16'	1°26' W.	50—75	151	34,6
Hanebo.....	61°15'	1°32' W.	50—75	151	35,7
Lomtjärn.....	61°7'	1°0' W.	30—40	148	32,8
Södra Flåt.....	61°4'	2°18' W.	350	146	33,8
Romsen.....	61°2'	1°11' W.	70	150	34,0
Harmånge.....	61°1'	1°2' W.	60	153	34,6
Sösja.....	60°46'	1°40' W.	200—225	145	35,2
Utvalsnäs.....	60°45'	0°43' W.	10	156	34,4

Hemort Heimat	Latitud	Longitud	Höjd över havet Meereshöhe m	Dygn ≡ + 6° Tage ≡ + 6°	Torrsub- stanshalt Trockensub- stanzgehalt %
Miramar.....	60°43'	0°48' W.	20	156	35,1
Gammelås.....	60°43'	1°38' W.	200	145	35,1
Bonsjöån.....	60°43'	1°41' W.	175—200	145	35,8
Skogmyr.....	60°38'	0°57' W.	50	157	34,2
Sörtjärn.....	60°35'	1°08' W.	65—70	155	34,2
Ösaren.....	60°32'	1°0' W.	75—100	157	33,8
Hammarby.....	60°32'	1°26' W.	70	152	34,2
Mälbo.....	60°25'	1°13' W.	50—75	155	34,6
Exen.....	60°24'	1°27' W.	125—150	152	34,6
Bärsberget.....	60°22'	1°32' W.	150	150	35,0
<i>Kopparbergs län:</i>					
Idre.....	61°52'	5°20' W.	475—500	125	36,2
Sörsjön.....	61°24'	4°59' W.	400—425	130	35,6
Skarsåsen fäb.....	61°19'	5°08' W.	475—500	125	35,6
Djursjön.....	61°18'	2°52' W.	375—400	139	33,9
Mörktjärn.....	61°17'	4°02' W.	295	140	33,7
Åsen.....	61°17'	4°15' W.	350—375	140	35,1
Nedre Blecket.....	61°16'	3°45' W.	470	135	34,0
Furudal.....	61°12'	2°52' W.	225—250	143	34,0
Fryksås.....	61°12'	3°31' W.	400	135	34,2
Sågänget.....	61°12'	3°57' W.	325—350	141	33,2
Spångklitten.....	61°10'	3°37' W.	300—325	141	33,0
Hästtjärn.....	61°10'	4°44' W.	500—525	131	35,2
Östra Sälen.....	61°10'	4°47' W.	360	134	35,2
Hansjö.....	61°9'	3°24' W.	195	141	34,2
Sjödammen.....	61°8'	4°10' W.	420	140	33,0
Dalstugu fäb.....	61°4'	2°24' W.	275—300	145	33,0
Kärvsåsen.....	61°4'	2°50' W.	225—250	142	34,2
Norra Hemulberg.....	61°1'	3°48' W.	425	135	35,2
Mora.....	61°0'	3°30' W.	170	142	33,6
Tammeråsen.....	60°58'	3°9' W.	225	144	34,3
Nysjö fäb.....	60°57'	2°6' W.	430	143	35,3
Krångholmen.....	60°56'	3°18' W.	220	143	32,8
Lima.....	60°56'	4°42' W.	350—375	140	34,6
Bråmåbo.....	60°54'	3°24' W.	175	143	34,2
Limesforsen.....	60°54'	4°40' W.	350	139	34,6
Rättvik.....	60°53'	2°56' W.	175	145	33,6
Stumsnäs.....	60°53'	3°7' W.	175—200	144	33,6
Västra Stumsnäs.....	60°53'	3°9' W.	175—200	145	34,4
Ytter Tänger.....	60°50'	2°18' W.	180	148	33,0
Grantjärn.....	60°50'	4°7' W.	300—325	140	35,0
Faxberg.....	60°48'	2°41' W.	375—400	144	33,8
Lundbjörken.....	60°47'	3°22' W.	170	145	33,8
Käringberget.....	60°45'	3°31' W.	190—200	146	33,0
Brasjön.....	60°43'	3°16' W.	440	140	34,6
Vallerås.....	60°43'	4°26' W.	325	141	34,4
Rudtjärn.....	60°39'	2°5' W.	300	146	32,8
Finnbo.....	60°38'	2°21' W.	220	152	34,2
Främsbacka.....	60°37'	2°19' W.	140	152	33,6
Ljusbodarna.....	60°37'	3°17' W.	350—400	144	34,0
Börn.....	60°35'	1°56' W.	190	147	33,2
Risberget.....	60°35'	2°47' W.	325—350	150	33,4



Hemort Heimat	Latitud	Longitud	Höjd över havet Meereshöhe m	Dygn ≅ + 6° Tag ≅ + 6°	Torrsub- stanshalt Trockensub- stanzgehalt %
Surenån.....	60°35'	2°55' W.	175—200	148	35,2
Gensen.....	60°35'	3°40' W.	240—250	140	34,2
Larsbrändan.....	60°33'	3°20' W.	350	145	35,3
Björkberget.....	60°31'	2°57' W.	400—425	147	35,5
Skivsforsen.....	60°31'	3°48' W.	240	143	34,2
Lisskogsbränna.....	60°31'	4°35' W.	470	138	33,6
Flatåsen.....	60°28'	2°17' W.	225	151	32,3
Klarängarna.....	60°27'	1°48' W.	140	150	33,8
Vålberget.....	60°27'	3°11' W.	300	145	35,6
Spåns fäb.....	60°22'	2°53' W.	325—350	149	35,9
Brynberget.....	60°22'	3°1' W.	275—300	147	35,0
Västerviken.....	60°20'	2°30' W.	200—225	148	35,9
Hedemora.....	60°18'	2°5' W.	130	151	34,2
Stora Häven.....	60°18'	3°28' W.	290	144	34,6
Östra Slätten.....	60°18'	3°52' W.	400—450	146	34,6
Garpenberg.....	60°16'	1°50' W.	165	151	33,8
Nisshyttan.....	60°15'	2°22' W.	200—225	150	34,8
Lystjärn.....	60°13'	2°38' W.	200	151	33,2
Norhöjden.....	60°13'	3°37' W.	330	147	33,8
Grönvallen.....	60°11'	1°55' W.	110	155	33,4
Ulvberget.....	60°10'	2°39' W.	290	150	34,0
Ålgsjöhöjden.....	60°8'	3°42' W.	300	148	34,1
Fröbenning.....	60°7'	1°56' W.	125—150	156	34,0
Björnsjö.....	60°1'	2°43' W.	200	149	35,2
Söndagsbyn.....	60°1'	2°44' W.	250—275	149	35,4
Källan.....	59°58'	2°38' W.	270	149	35,6
<i>Värmlands län:</i>					
Långflon.....	61°2'	5°27' W.	275—300	144	33,8
Klaråsen.....	60°58'	5°36' W.	275—300	145	34,8
Syssleback.....	60°45'	5°14' W.	160	146	34,2
Högåsen.....	60°44'	5°8' W.	500	145	35,4
Möltjärn.....	60°43'	5°8' W.	360	146	35,4
Medskogen a.....	60°42'	5°34' W.	255	145	34,0
» b.....	60°42'	5°34' W.	230	145	33,9
Nerby.....	60°42'	5°35' W.	380	145	34,2
Noppi.....	60°35'	5°29' W.	500—525	143	33,4
Norra Ny.....	60°24'	4°47' W.	150	149	32,5
Prästjärnsberg.....	60°19'	4°55' W.	250	145	35,0
Stamphustorp.....	60°15'	5°12' W.	125—150	154	33,8
Baståsen.....	60°13'	4°51' W.	250—300	149	34,4
Tjärfinnberg.....	60°12'	4°20' W.	250	150	34,4
Jolfall.....	60°12'	4°55' W.	100—150	150	33,1
Övre Torsbyjärn.....	60°8'	5°8' W.	125—150	158	33,8
Råby.....	60°1'	4°59' W.	125—150	160	32,4
Lesjöfors.....	59°59'	3°51' W.	300—325	150	32,8
Villeråsen.....	59°59'	4°43' W.	200—225	150	33,4
Helgebodafors.....	59°59'	5°38' W.	200	153	35,2
Södra Runketorp.....	59°52'	5°7' W.	125—150	160	33,8
Valfjället.....	59°50'	5°51' W.	175—200	161	33,9
Norra Gräs.....	59°48'	4°22' W.	125—150	154	33,4
Bråttstorp.....	59°48'	4°58' W.	125—150	160	32,8
Knaggen a.....	59°48'	5°13' W.	200—225	156	33,8

Hemort Heimat	Latitud	Longitud	Höjd över havet Meereshöhe m	Dygn ≡ + 6° Tage ≡ + 6°	Torrsub- stanshalt Trockensub- stanzgehalt %
Knaggen <i>b</i> .....	59°48'	5°13' W.	200—225	156	33,8
Kolhyttan .....	59°42'	3°57' W.	175	154	34,9
Bäckaskog .....	59°40'	4°53' W.	75—100	160	33,6
Nykroppa .....	59°39'	3°47' W.	200—225	155	33,6
Örsjöarna .....	59°38'	5°41' W.	200—225	161	33,6
Norra Mon. ....	59°37'	4°37' W.	50—75	160	33,3
Björkbron .....	59°32'	4°2' W.	175	161	33,6
Lövsåsen .....	59°32'	4°39' W.	50	164	33,7
Söljetorpet .....	59°31'	5°22' W.	60—65	163	33,3
Bomheden .....	59°29'	4°2' W.	130	162	33,4
Kärne .....	59°26'	4°41' W.	55	165	33,4
Stora Bårum .....	59°24'	4°55' W.	100—125	165	32,6
Bomstad .....	59°23'	4°41' W.	50—75	165	33,8
Södra Tvångsjön .....	59°23'	5°46' W.	175—200	158	33,4
Laxvik .....	59°19'	6°10' W.	100—125	155	33,6
Presterud .....	59°18'	3°59' W.	50—75	168	32,6
Esketan .....	59°18'	5°18' W.	50—75	164	34,3
Stora Fallet .....	59°14'	3°43' W.	150	165	32,2
Björneborg .....	59°14'	3°49' W.	100—125	165	33,6
Korklanda .....	59°10'	5°3' W.	50	171	34,4
Konsterud .....	59°7'	3°49' W.	100—125	165	33,6
Karlslund .....	59°5'	3°54' W.	50—75	166	32,6
Gunnerud .....	58°56'	4°51' W.	50—75	174	32,9
<i>Örebro län:</i>					
Rundbergsgruvan ....	59°56'	3°2' W.	250	149	34,3
Korslängen .....	59°53'	2°50' W.	280	148	34,8
Menttorp .....	59°52'	2°44' W.	250	148	34,8
Björntjärn .....	59°51'	3°4' W.	200—225	151	34,3
Skyttetorp .....	59°50'	2°42' W.	175—200	150	34,2
Blindbo .....	59°45'	3°18' W.	150—175	152	33,8
Frövi .....	59°43'	1°34' W.	25—50	164	33,4
Ursjön .....	59°43'	2°1' W.	95	161	33,0
Stråssa .....	59°43'	2°49' W.	190	153	35,2
Näverkärret .....	59°40'	2°32' W.	100	155	33,8
Tunby .....	59°38'	1°31' W.	25—50	165	33,4
Stora Krigstjärn ....	59°37'	3°8' W.	190	149	35,2
Stadra .....	59°37'	3°18' W.	175—200	153	34,2
Berg .....	59°36'	1°54' W.	25—50	163	34,0
Rågrecken .....	59°36'	3°18' W.	190	153	35,1
Rockesholm <i>a</i> .....	59°32'	3°25' W.	175	154	34,5
» <i>b</i> .....	59°32'	3°25' W.	175	154	34,2
Nora .....	59°29'	2°59' W.	85—100	159	33,4
Järle .....	59°28'	2°55' W.	75—100	160	33,2
Sörby .....	59°27'	2°45' W.	40	160	33,6
Götlunda .....	59°22'	2°24' W.	50	165	34,0
Hult .....	59°22'	2°25' W.	60	165	33,8
Blyberga .....	59°20'	2°35' W.	25—50	165	33,8
Vena .....	59°18'	2°49' W.	30	165	33,6
Valåsen .....	59°18'	3°28' W.	130	156	33,8
Västansjö .....	59°18'	3°41' W.	180	155	33,9
Lilla Noren .....	59°17'	3°19' W.	150—175	157	33,0
Sandåker .....	59°13'	2°33' W.	35	168	32,6

Hemort Heimat	Latitud	Longitud	Höjd över havet Meereshöhe m	Dygn ≡ + 6° Tage ≡ + 6°	Torrsub- stanshalt Trockensub- stanzgehalt %
Binningetorpen.....	59°9'	3°14' W.	75	158	34,2
Stora Björken.....	59°9'	3°37' W.	100—125	159	32,6
Pålsboda.....	59°4'	2°44' W.	90	166	32,9
Ålgevad.....	59°3'	3°1' W.	50	165	33,2
Nyland.....	59°0'	3°22' W.	100—125	162	33,4
Haddebo.....	58°58'	2°43' W.	120	165	33,2
Brottebro.....	58°47'	3°5' W.	100	165	33,8
<i>Västmanlands län:</i>					
Nora.....	60°10'	1°10' W.	50—75	158	33,8
Östa.....	60°10'	1°15' W.	50—75	156	35,1
Norberg.....	60°5'	2°10' W.	150—175	155	34,4
Mälby.....	60°4'	1°45' W.	100	155	33,3
Väster-Lövsta.....	59°58'	1°10' W.	50—75	159	33,6
Hedbo.....	59°57'	1°44' W.	75—100	158	33,8
Väster-Våla.....	59°56'	2°2' W.	75—100	157	33,6
Kila.....	59°53'	1°30' W.	50—75	160	34,0
Simtuna.....	59°47'	1°10' W.	25—50	162	33,2
<i>Svarthäcken</i> .....	59°46'	2°25' W.	100	155	33,7
Orrsjön.....	59°45'	2°25' W.	100—125	155	33,6
Sörtulinge.....	59°44'	2°21' W.	80—100	155	33,4
Uttersberg.....	59°44'	2°23' W.	75—100	155	34,0
Valsjön.....	59°42'	2°32' W.	100—125	155	34,1
Gryta.....	59°39'	1°31' W.	25—50	165	34,2
Kävsta.....	59°39'	1°35' W.	30—40	160	33,7
Väsby.....	59°36'	1°16' W.	25—35	164	34,0
Irsta.....	59°36'	1°21' W.	20	165	34,2
Västra Skedevi.....	59°35'	2°20' W.	50—75	158	33,0
Lyftinge.....	59°33'	2°11' W.	25—50	163	33,8
Arboga socken.....	59°23'	2°15' W.	25—50	165	32,9
<i>Uppsala län:</i>					
Älvkarleö.....	60°34'	0°37' W.	50—75	157	35,6
Nygård.....	60°32'	0°36' W.	50	157	32,7
Skärplinge.....	60°28'	0°19' W.	10	158	33,6
Tierp.....	60°22'	0°31' W.	25	158	35,0
Nynäs.....	60°22'	0°37' W.	65	158	34,4
Skogsbo.....	60°18'	0°29' W.	50	160	33,4
Prestarby.....	60°17'	0°19' W.	30	160	33,0
Ullfors.....	60°15'	0°35' W.	50	159	33,9
Odensfors.....	60°15'	0°43' W.	25—50	159	35,1
Gryttjärn.....	60°12'	0°14' W.	25—50	159	35,2
Dalboda.....	60°7'	0°31' W.	50—75	159	34,0
Söder-Fornbo.....	60°4'	0°11' E.	30	161	31,6
Lyan.....	60°4'	0°6' W.	40	160	33,4
Ramsjön.....	60°4'	0°36' W.	50—75	159	34,0
Björklinge.....	60°2'	0°29' W.	30	161	33,5
Nya Kärlinge.....	60°1'	0°11' W.	25—50	160	34,3
Ytterby.....	60°1'	0°38' W.	50	159	34,7
Bandarbo.....	59°59'	0°37' W.	40—50	161	33,2
Asplund.....	59°55'	0°56' W.	25—50	159	34,1
Fiby.....	59°53'	0°42' W.	30	162	33,3

Hemort Heimat	Latitud	Longitud	Höjd över havet Meereshöhe m	Dygn ≡ + 6° Tage ≡ + 6°	Torrsub- stanshalt Trockensub- stanzgehalt %
Marielund.....	59°50'	0°10' W.	10	162	32,5
Rosendal.....	59°50'	0°24' W.	25—50	161	33,2
Vinterledet <i>a</i> .....	59°47'	0°47' W.	25	162	36,0
» <i>b</i> .....	59°47'	0°47' W.	25	162	34,8
Tibble.....	59°45'	0°38' W.	25—30	163	32,6
Högby.....	59°45'	0°49' W.	25—30	163	33,2
Sneby.....	59°40'	0°52' W.	25—30	164	34,0
Bålsta.....	59°36'	0°31' W.	50—75	164	34,6
Härjarö.....	59°28'	0°38' W.	10—20	166	34,1
<i>Stockholms län:</i>					
Örskär.....	60°31'	0°20' E.	10	154	34,2
Mälby.....	60°15'	0°33' E.	20	157	34,2
Stabby.....	59°57'	0°40' E.	10—20	161	32,8
Ekdalen.....	59°48'	0°0'	25—50	161	34,4
Halmby.....	59°47'	0°16' W.	50—75	161	33,8
Norrsunda.....	59°37'	0°8' W.	25—50	163	34,0
Alsvik.....	59°36'	0°48' E.	10	163	32,2
Järva.....	59°25'	0°12' W.	25—50	165	33,0
Kroksö.....	59°18'	0°53' E.	10	161	32,3
Sandhamn.....	59°17'	0°52' E.	15	161	33,4
Lundby.....	59°16'	0°8' W.	50—75	165	35,2
Västerby.....	59°15'	0°10' W.	30	165	36,3
<i>Södermanlands län:</i>					
Berga.....	59°25'	1°42' W.	25	165	33,0
Onsholmen.....	59°22'	1°12' W.	20	165	33,5
Odlaren.....	59°21'	1°29' W.	50—75	165	33,0
Ridön.....	59°20'	0°37' W.	10	165	32,6
Belgstena.....	59°19'	1°21' W.	25—50	165	33,0
Sanden.....	59°18'	1°22' W.	50	166	34,2
Rönnbäcken.....	59°17'	1°17' W.	25—50	165	33,7
Skäninge.....	59°16'	1°20' W.	40	166	35,0
Udden.....	59°14'	1°58' W.	15—20	166	34,6
Aldal.....	59°12'	0°45' W.	50—75	165	34,3
Brukskvarn.....	59°8'	2°15' W.	50—75	168	33,4
Ede.....	59°3'	2°2' W.	35—50	165	33,8
Finninge.....	59°1'	2°22' W.	60—70	168	34,7
Utom.....	59°0'	0°44' W.	20	166	33,8
Päläng.....	58°59'	0°26' W.	50—75	165	34,6
Lilla Råggärdet.....	58°59'	0°53' W.	25—50	167	33,5
Lid.....	58°56'	1°6' W.	35	166	33,3
Vreten.....	58°54'	0°53' W.	25—50	167	35,8
Örboholm.....	58°51'	0°36' W.	10—20	168	33,6
Sundet.....	58°46'	1°34' W.	40—50	166	34,8
Uttervik.....	58°37'	1°11' W.	10—20	169	33,8
<i>Östergötlands län:</i>					
Vallerångstorp.....	58°58'	2°12' W.	50—75	164	33,6
Lyrbo.....	58°50'	2°35' W.	75—100	162	33,9
Markebo.....	50°43'	2°46' W.	50—75	160	33,6
Degerön.....	58°41'	2°50' W.	100	169	33,2
Vägsjön.....	58°39'	2°36' W.	50—75	160	33,6

Hemort Heimat	Latitud	Longitud	Höjd över havet Meereshöhe m	Dygn ≡ + 6° Tage ≡ + 6°	Torrsub- stanshalt Trockensub- stanzgehalt %
Gölen.....	58°39'	2°51' W.	100—125	160	32,7
Karlsby.....	58°39'	2°53' W.	120	160	34,3
Elmesbo.....	58°38'	2°32' W.	50—75	160	32,8
Axsjön.....	58°35'	2°29' W.	100—125	160	33,9
Klasbäck.....	58°35'	2°36' W.	120	165	33,0
Fröstorp <i>a</i> .....	58°32'	2°22' W.	100—125	165	33,0
» <i>b</i> .....	58°32'	2°22' W.	75—100	165	32,3
Tuna.....	58°29'	2°25' W.	25—50	172	33,6
Skärpinge.....	58°28'	1°45' W.	50	172	32,8
Ånestadlund.....	58°23'	2°35' W.	90	174	32,0
Östra Tollstad.....	58°20'	2°45' W.	100—125	174	32,6
Dalen.....	58°12'	2°59' W.	130	170	32,6
Krogshall.....	58°11'	2°27' W.	125—150	170	33,8
Törnevik.....	58°11'	2°29' W.	100—125	170	34,2
Kälkebo.....	58°9'	3°16' W.	200	160	34,0
Sundsås <i>a</i> .....	58°8'	2°40' W.	175—200	168	34,1
» <i>b</i> .....	58°8'	2°40' W.	175—200	168	33,3
Brink.....	58°7'	2°39' W.	175—200	168	34,0
Hästhagskogen.....	58°6'	2°40' W.	175—200	168	32,8
Lustigkulle <i>a</i> .....	57°57'	2°22' W.	200	170	33,8
» <i>b</i> .....	57°57'	2°22' W.	175—200	170	34,2
Hult.....	57°55'	2°6' W.	90—100	170	32,0
Asbysund.....	57°55'	2°51' W.	150	165	33,2
Fruhammarstorp.....	57°50'	2°34' W.	180	165	33,6
<i>Gottlands län:</i>					
Nunnesiken.....	57°35'	0°14' E.	50—75	174	33,6
Krämpalösa.....	57°22'	0°22' E.	50—75	170	33,4
<i>Skaraborgs län:</i>					
Linahult.....	58°56'	3°34' W.	175—200	165	34,0
Östra Lövåsen.....	58°56'	3°35' W.	150	165	33,6
Byggesdammen.....	58°55'	3°36' W.	125—150	165	33,5
Finnerödja <i>a</i> .....	58°55'	3°37' W.	100—125	165	33,0
» <i>b</i> .....	58°55'	3°37' W.	100—125	165	33,0
Brunterud.....	58°51'	3°36' W.	145	166	33,6
Ekenäs.....	58°48'	4°9' W.	25—50	172	33,0
Porsvattnet.....	58°45'	3°29' W.	175—200	163	34,5
Skeppshult.....	58°42'	3°32' W.	150—175	167	34,2
Leverstad.....	58°42'	4°15' W.	25—50	172	34,2
Tjuvholmen.....	58°41'	4°50' W.	50	172	32,4
Leckö.....	58°40'	4°51' W.	50	172	33,5
Sjömarken.....	58°39'	3°27' W.	100—125	165	34,1
Bresäter.....	58°38'	4°26' W.	50—75	171	33,1
Tegelladan.....	58°38'	4°35' W.	50	171	32,6
Läckorna.....	58°38'	4°35' W.	25—50	171	32,9
Angsjön.....	58°37'	3°34' W.	130	165	35,8
Ingarudsvad.....	58°37'	3°43' W.	235	170	34,8
Motorp.....	58°36'	4°24' W.	100—125	171	33,4
Mon.....	58°31'	3°42' W.	125	172	34,4
Björnegården.....	58°31'	4°58' W.	50—75	173	32,8
Källsholmen.....	58°30'	4°36' W.	100	170	33,6
Rynningsslätten.....	58°29'	4°33' W.	100—125	168	33,7

Hemort Heimat	Latitud	Longitud	Höjd över havet Meereshöhe m	Dygn ≡ + 6° Tage ≡ + 6°	Torrsub- stanshalt Trockensub- stanzgehalt %
Lilla Tveta.....	58°25'	4°38' W.	100—125	168	33,8
Ekebacken.....	58°24'	5°36' W.	125—150	172	32,6
Skyttaheden.....	58°20'	4°42' W.	100—125	170	33,3
Munkatorp.....	58°15'	4°12' W.	150	167	33,8
Mon.....	58°13'	3°57' W.	125—150	165	33,8
Mösseberg a.....	58°12'	4°35' W.	300	169	33,9
Mösseberg b.....	58°12'	4°35' W.	250	169	33,0
Stenseke.....	58°8'	4°54' W.	150—175	171	33,4
Hamsjön.....	57°58'	4°1' W.	235	163	33,6
<i>Älvsborgs län:</i>					
Bingen.....	59°12'	6°11' W.	100—125	156	32,4
Kallskog kvarn.....	59°5'	5°26' W.	75—100	165	32,5
Nedre Kolven a.....	59°5'	5°27' W.	100—125	165	33,0
» b.....	59°5'	5°28' W.	100—125	165	32,5
Ormansbyn.....	59°4'	5°54' W.	100—125	158	33,0
Översidetjärn.....	59°2'	5°42' W.	100	159	33,2
Mon.....	58°53'	6°17' W.	175—200	163	33,4
Bäckefors.....	58°49'	5°52' W.	175—200	161	32,6
Plogstarrud.....	58°47'	5°58' W.	150—175	160	33,0
Brakarebol.....	58°40'	5°32' W.	50—75	170	33,5
Tångelanda.....	58°40'	5°59' W.	125	160	33,1
Norra Draketjärn.....	58°36'	5°52' W.	125—150	160	33,0
Bollungen.....	58°36'	5°52' W.	125—150	160	32,4
Gubberud.....	58°34'	6°0' W.	130—150	160	32,8
Gråttetorp.....	58°32'	5°54' W.	75	161	33,7
Ulverud.....	58°28'	6°12' W.	25—50	170	34,0
Brittas slag.....	58°23'	5°37' W.	125—150	172	32,8
Botten.....	58°11'	5°33' W.	80—100	170	33,2
Lagmansered.....	58°8'	5°36' W.	100—125	169	32,8
Stora Gunnarsvattnet.	58°8'	6°1' W.	100—125	176	33,8
Solberga.....	57°59'	4°28' W.	240	162	33,0
Ångabo.....	57°55'	5°31' W.	60—70	169	32,6
Dövedalen.....	57°54'	5°6' W.	205	170	33,5
Vilhjemsberg.....	57°50'	5°44' W.	100	166	33,6
Vist.....	57°49'	4°39' W.	150—175	163	34,0
Kusebacka.....	57°48'	5°43' W.	80—100	166	33,1
Strängsered.....	57°47'	4°23' W.	300	158	34,7
Södra Hästhagen.....	57°45'	4°25' W.	300	160	33,1
Tvärred.....	57°43'	4°44' W.	200	165	32,6
Borås.....	57°43'	5°8' W.	125—150	170	32,4
Sjögården.....	57°42'	4°55' W.	230	165	32,2
Lövåsen.....	57°37'	4°38' W.	200—225	165	32,8
Oltorp.....	57°36'	4°38' W.	190—200	165	33,5
Skepared.....	57°32'	5°12' W.	150	171	33,4
Smälteryd a.....	57°32'	5°38' W.	25—50	180	33,0
» b.....	57°32'	5°39' W.	100—125	180	33,2
Buerås.....	57°31'	5°40' W.	100—125	181	32,2
Tranemo.....	57°30'	4°42' W.	150—175	165	33,1
Torrås.....	57°30'	5°34' W.	100—125	180	33,6
Bullsång a.....	57°25'	4°55' W.	150	168	32,7
» b.....	57°25'	4°55' W.	150	168	31,4
Finnabo.....	57°21'	5°7' W.	200—225	170	32,8

Hemort Heimat	Latitud	Longitud	Höjd över havet Meereshöhe m	Dygn ≡ + 6° Tage ≡ + 6°	Torrsub- stanshalt Trockensub- stanzgehalt %
Hestra.....	57°16'	5°0' W.	150	175	33,6
Bråtås.....	57°15'	5°5' W.	130	175	33,0
<i>Göteborgs och Bohuslän:</i>					
Hälskedalen.....	58°56'	6°51' W.	25	185	33,9
Kragenäs.....	58°48'	6°50' W.	25—50	185	35,4
Munkeby.....	58°15'	6°32' W.	25—50	187	33,6
Ramberget.....	57°40'	5°52' W.	50—75	183	33,0
<i>Hallands län:</i>					
Särö.....	57°30'	6°8' W.	20	189	33,2
Skallefall.....	57°14'	5°28' W.	100—125	182	33,2
Oxhultsjön.....	56°47'	4°46' W.	80—85	185	32,7
Gisslabol.....	56°47'	5°10' W.	50	184	32,3
Bala.....	56°41'	4°58' W.	50—75	177	32,7
<i>Jönköpings län:</i>					
Visingsö.....	58°2'	3°42' W.	100	175	32,0
Norrby.....	57°55'	3°19' W.	225—250	160	33,3
Flisby.....	57°46'	3°12' W.	225	158	32,4
Strömsberg.....	57°45'	3°53' W.	100—125	165	33,6
Stillefors.....	57°44'	3°54' W.	200—225	160	33,1
Risabo.....	57°40'	3°25' W.	275—300	155	33,3
Långanäs.....	57°38'	3°5' W.	200—225	161	33,4
Högebro kvarn.....	57°37'	2°32' W.	150—175	165	33,6
Vederyd.....	57°37'	3°59' W.	225—250	155	32,6
Stenliden.....	57°36'	4°13' W.	225—250	158	32,7
Svenshult.....	57°35'	3°43' W.	250—275	155	32,4
Almesåkra.....	57°34'	3°26' W.	325—350	155	33,6
Alaby.....	57°31'	4°21' W.	175—200	160	33,2
Emmaryd.....	57°24'	2°41' W.	125—150	165	33,8
Bäckseda.....	57°20'—25'	2°55'—3°0' W.	200	164	32,8
Hällaryd.....	57°20'	3°31' W.	250	163	34,2
Korsberga.....	57°19'	2°54' W.	250	163	33,8
Nygård.....	57°19'	3°17' W.	225—250	162	32,6
Vellersten.....	57°15'	4°3' W.	175—200	171	31,6
Sandvik.....	57°10'	4°54' W.	135—150	170	32,6
<i>Kalmar län:</i>					
Mågölen.....	58°10'	1°47' W.	100	174	32,7
Malmingen.....	58°5'	1°36' W.	40—50	175	31,9
Mörtbäcken.....	58°1'	1°51' W.	100—125	172	33,6
Göktorpet.....	57°48'	1°25' W.	50	175	31,7
Kropphällan.....	57°42'	1°50' W.	100—125	170	34,4
Korka.....	57°40'	2°14' W.	100—125	167	32,7
Djurstorp.....	57°40'	2°19' W.	175	167	32,2
Skåne.....	57°39'	1°35' W.	25—40	174	33,3
Hjorted.....	57°37'	1°44' W.	50—75	172	32,0
Granstorp.....	57°35'	1°53' W.	75—100	171	32,4
Väderum.....	57°32'	1°57' W.	100—125	171	32,0
Kloster.....	57°30'	2°10' W.	100—125	170	32,1
Springaremåla.....	57°28'	1°33' W.	25—50	172	33,0
Grönhult.....	57°26'	2°23' W.	175—200	167	32,5
Höckhult.....	57°23'	1°56' W.	100—125	172	32,6

Hemort Heimat	Latitud	Longitud	Höjd över havet Meereshöhe m	Dygn ≡ + 6° Tage ≡ + 6°	Torrsub- stanshalt Trockensub- stanzgehalt %
Nabbelund .....	57°21'	0°59' W.	5	184	32,8
Maren .....	57°18'	2°15' W.	100	167	33,2
Böda .....	57°17'	1°2' W.	10	183	33,4
Skäftekärr .....	57°15'	1°3' W.	10	183	33,3
Hällesjön .....	57°15'	1°51' W.	50—75	173	31,2
Sandhult .....	57°13'	1°41' W.	10—20	175	32,1
Källtorp .....	57°12'	2°5' W.	75—100	169	32,0
Berga .....	57°10'	2°0' W.	100	170	32,6
Barnebosjön .....	57°2'	1°55' W.	60—75	174	33,4
Getebro <i>a</i> .....	57°0'	1°54' W.	60—75	175	32,7
» <i>b</i> .....	57°0'	1°54' W.	60—75	175	32,4
Ollefors .....	56°59'	2°0' W.	75—100	173	32,8
Ålem .....	56°57'	1°37' W.	5	172	31,9
Saltorsön .....	56°54'	1°36' W.	5—10	172	33,5
Korpemåla .....	56°54'	1°37' W.	5—10	172	32,1
Stubbekulla .....	56°54'	1°47' W.	40	177	33,8
Brixslät .....	56°51'	2°14' W.	125—150	170	32,3
Skedemosse .....	56°10'	1°19' W.	20	183	32,0
Rumpetorp .....	56°49'	1°46' W.	30	180	32,7
Plattekärr .....	56°48'	1°50' W.	30—40	179	31,6
Madesjö .....	46°45'	2°10' W.	75—100	176	33,5
Stensö .....	56°39'	1°44' W.	10	183	34,0
Tvärskog .....	56°38'	2°1' W.	50	180	32,2
Hagby .....	56°35'	1°53' W.	15—20	180	31,9
Dynekärr .....	56°23'	2°3' W.	25—50	180	32,2
<i>Kronobergs län:</i>					
Galtabäck .....	57°5'	2°55' W.	200	165	33,2
Villarp .....	56°59'	3°40' W.	200—225	168	34,0
Helgö <i>a</i> .....	56°57'	3°16' W.	165	166	34,7
» <i>b</i> .....	56°57'	3°17' W.	165	166	33,2
Skälstad .....	56°57'	3°33' W.	175—200	167	33,9
Möcklehult .....	56°56'	2°38' W.	225—250	167	33,7
Visjö .....	56°52'	2°38' W.	225—250	167	33,3
Lövåsen .....	56°52'	3°10' W.	190	166	33,5
Lövsjö .....	56°50'	2°34' W.	225—250	170	31,4
Dänningelanda .....	56°50'	3°15' W.	150—175	166	34,6
Tegnaholm .....	56°48'	3°9' W.	150—174	166	32,4
Tofta Olsagård .....	56°47'	3°8' W.	150—175	166	34,3
Duvmåla .....	56°39'	2°30' W.	125—150	167	33,5
Öckershult .....	56°58'	4°19' W.	150—175	173	33,2
Örnaholma .....	56°30'	4°7' W.	125—150	174	33,4
Siggeboda .....	56°27'	3°28' W.	150—175	175	32,5
<i>Blekinge län:</i>					
Holmsjö .....	56°26'	2°30' W.	100	175	31,1
Östra Harsjön <i>a</i> .....	56°21'	3°37' W.	100	174	33,4
» <i>b</i> .....	56°21'	3°37' W.	100	174	33,3
Bredavik .....	56°19'	2°1' W.	5	187	31,6
Stora Brunnsgölen .....	56°18'	3°14' W.	75—100	178	33,2
Tjockemåla .....	56°17'	2°4' W.	15—20	188	31,4
Skärnäs .....	56°17'	3°42' W.	100	180	33,5
Karlshamn .....	56°11'	3°10' W.	10	188	31,5
Möckleryd .....	56°7'	2°14' W.	10—20	188	32,4



Hemort Heimat	Latitud	Longitud	Höjd över havet Meereshöhe m	Dygn ≡ + 6° Tage ≡ + 6°	Torrsub- stanshalt Trockensub- stanzgehalt %
<i>Kristianstads län:</i>					
<i>Nymölla</i> .....	57°2'	3°35' W.	10	185	31,4
<i>Kylleby</i> .....	56°27'	4°7' W.	100	179	32,8
<i>Ebbarp</i> .....	56°23'	4°3' W.	75	180	34,8
<i>Värsjö</i> .....	56°20'	4°38' W.	100—125	178	34,1
<i>Maderöd</i> .....	56°5'	4°39' W.	75—100	181	32,6
<i>Beckaskog</i> .....	56°3'	3°44' W.	25	183	32,6
<i>Vidtsköfle a.</i> .....	55°52'	3°58' W.	25	185	32,6
<i>Vidtsköfle b.</i> .....	55°52'	4°0' W.	25	185	31,6
<i>Malmöhus län:</i>					
<i>Humlemadan</i> .....	55°37'	4°30' W.	40—50	189	32,4
<i>Gyllebo</i> .....	55°36'	3°50' W.	75—100	185	32,2

## Rättelser och tillägg.

- Sida 241. rad 12 nedifrån *står*: glykos  
*läs*: hexoser.
- » 242 » 7 » *står*: druvsocker  
*läs*: hexoser.
- » » » 5 » *står*: ZELLER (1915 a)  
*läs*: ZELLER (1935 a).
- » 245 » 1 uppfifrån *står*: lupin  
*läs*: luzern.
- » » » 24 nedifrån *utgår*: eller väteionkoncentrationen, pH
- » 271 » 15 » *står*: ein-  
*läs*: fünf-
- » 332 » 8 » *står*: FEDEROV  
*läs*: FEDOROV
- » 336 » 8 uppfifrån *står*: sommartemperaturen  
*läs*: julitemperaturen
- » 339 » 16 » *står*: decimal.  
*läs*: decimal. En förteckning över de 582 provenienserna finnes å sid. 407—419.
- » 350 fig. 29 ett område å nederbördskartan mellan 62°30—40' N. br. samt 17—18° E. Greenwich  
*är*: prickat (= 450—500 mm)  
*skall vara*: helstreckat (= 600—650 mm).
- » 352 rad 6 uppfifrån *står*: 582 elementen  
*läs*: 582 elementen (jfr tabellen sid. 407—419).
- » 380 » 6 nedifrån *står*: Ösel ..... 6  
*läs*: Ösel ..... 8
- » 394 » 6 uppfifrån *står*: fig. 25 och fig. 34 (kap. 6).  
*läs*: fig. 25 och tabellen sid. 407—419 samt fig. 34 och tab. 32 (kap. 6).

## STUDIEN ÜBER DIE PHYSIOLOGISCHE VARIABILITÄT DER KIEFER UND DEREN ZUSAMMENHANG MIT DEM KLIMA.

Beiträge zur Kenntnis der Ökotypen von *Pinus silvestris* L.

### Einleitung.

Die Untersuchung, deren Ergebnisse hier dargelegt werden, bezweckt die Variabilität (vgl. PHILIPTSCHENKO 1927), die die Kiefer aus verschiedenen Teilen ihres Verbreitungsgebiets auszeichnet, näher zu beleuchten. Besonders ist die Variabilität innerhalb Schwedens an umfangreichem Material studiert worden.

Die Versuchsergebnisse sind zum Teil in zwei vorläufigen, nachstehend nicht näher berücksichtigten Mitteilungen (LANGLET 1934 a, 1934 b) veröffentlicht worden.

Die Untersuchung wurde von Prof. HESSELMAN (1927), der die Bedeutung der experimentellen Behandlung der Kiefernprovenienzfrage hervorhob, angeregt und in das Arbeitsprogramm der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens aufgenommen; hierbei sollte der Kältefestigkeit besondere Beachtung geschenkt werden. Ein kleinerer, bei Svalöf ausgeführter Versuch mit Gefrieren von abgeschnittenen Zweigen verschiedener Holzarten zeigte, dass die dort bei den Studien der Kälteresistenz des Weizens (ÅKERMAN 1923, 1927) mit Erfolg angewandten Methoden auch für Nadelhölzer brauchbar sind. Als Beispiel kann angeführt werden, dass die bei Gefrierversuchen härtere *Abies alba* sich durch einen Trockensubstanzgehalt von 42,5 % und einen Gehalt an reduzierender Substanz von 9,9 % (von in Nadeln befindlichem Wasser) auszeichnete, während die entsprechenden Werte für die weniger frostharte *Abies pinsapo* 40,6 resp. 7,4 % betragen.

Zur Ausführung der Gefrierversuche wurde eine Kühlanlage mit einer um die Wände des Gefriergefäßes spiralig angebrachten Röhrenleitung konstruiert. Zur Abkühlung des in der Röhrenleitung befindlichen Alkohols wurde festes Kohlendioxyd gebraucht. Durch diese Anordnung konnten Temperaturen unterhalb von  $-50^{\circ}$  C. erhalten werden. — In dieser Kühlanlage wurden Gefrierversuche mit einjährigen Kiefernpflanzen, die man nach der Kältebehandlung im Wasser stehen liess, ausgeführt. Nach einiger Zeit zeigten sich die Kälteschäden, indem die beschädigten Pflanzen oder Pflanzenteile vertrockneten, während die unbeschädigten Pflanzen sich monatelang frisch halten konnten.

Die ausgeführten Gefrierversuche zeigten, dass Temperaturen, bei welchen Kiefernpflanzen aus Ungarn oder Deutschland (Chorin) schwer beschädigt wurden oder ganz eingingen, den südschwedischen Kiefern bedeutend schwächere Schäden zufügten, während sie die nordschwedischen Provenienzen ganz oder nahezu verschont liessen. Obwohl grosse Unterschiede in Kältefestigkeit von Kiefernjährlingen verschiedener Herkunft auf diese Weise festgestellt werden konnten, kamen solche Versuche nur in geringerem Mass zur Ausführung. Es zeigte sich nämlich einerseits, dass die Feststellung und die Abschätzung des Schadens nach

der Kältebehandlung sehr schwierig ist, anderseits aber, dass die Differenzen in Kältefestigkeit von Kiefernpflanzen verschiedener Provenienz den leicht feststellbaren Änderungen im Trockensubstanz- und Zuckergehalt entsprechen.

Die Feststellung, dass zwischen Kiefernpflanzen verschiedener Provenienz Unterschiede physiologischer Art, wie z. B. bezüglich der Kältefestigkeit, des Gehalts an Trockensubstanz, Zucker usw., bestehen, führte zur Erweiterung der Untersuchung durch Pflanzungsversuche in klimatisch verschiedenen Teilen Schwedens. Dabei stellte es sich heraus, dass das Überwinterungsvermögen verschiedener Kiefernprovenienzen, die Wuchsform der Pflanzen, deren Höhe, Nadellänge usw. im engen Anschluss an die in Experimentalfäktet bei Analysen von einjährigen Pflanzen und Nadeln erhaltenen Werte variieren.

Als es sich mithin möglich erwies, allein durch Bestimmung des Trockensubstanzgehalts der einjährigen Pflanzen ein relatives Mass für die physiologische Variabilität verschiedener Provenienzen zu ermitteln, wurde die Ergründung der Zusammenhänge zwischen dem Trockensubstanzgehalt der Kiefernpflanzen und den im Herkunftsort des Kiefernсамens herrschenden klimatischen Verhältnissen als nächstes Ziel der Untersuchung gesetzt. Zu diesem Zweck war es wünschenswert, eine sehr grosse Anzahl Provenienzen zu untersuchen, was auch durch so einfache Methode, wie Feststellung des Trockensubstanzgehalts bei einjährigen Pflanzen, ermöglicht wurde. Zu Versuchszwecken wurden Pflanzen von zahlreichen Provenienzen sowohl aus Schweden, als auch aus anderen Ländern, erzogen. — In dieser Arbeit werden allerdings nur Teile des schwedischen Materials behandelt, da die erforderlichen Angaben über meteorologische Verhältnisse in allen jenen Ländern, aus welchen das Samenmaterial her stammt, bisher noch nicht zusammengestellt sind. Auch die gleichzeitig mit Kiefernversuchen ausgeführten Untersuchungen mit Fichtenpflanzen verschiedener Provenienz werden hier nicht näher besprochen; sie sind in einer vorläufigen Mitteilung (LANGLET 1934 b) kurz erörtert worden. Die Variabilität des Trockensubstanzgehalts bei Fichte ist später auch von BORNEBUSCH (1935) behandelt worden.

## KAP. I. Übersicht über die Entwicklung der Provenienzforschung, insbesondere in Schweden.

Bereits um die Mitte des 18. Jahrhunderts wurde in Schweden die Frage erörtert, ob die beobachteten Unterschiede zwischen verschiedenen Kiefernarten allein auf Standortverhältnissen beruhen oder ob sie tieferen Ursprung haben. Heute wird es wohl kaum jemand bestreiten, dass die Kiefer hinsichtlich mancher ihrer Eigenschaften je nach dem Heimatsort recht auffallend variiert. Auf die zahlreichen Versuche, die festgestellten Verschiedenheiten bei Kiefer aus verschiedenen Ländern systematisch zu definieren, wird hier nicht eingegangen; eine gute Übersicht hierüber gibt SCHOTT (1904).

Eine einfache, von neuzeitlichem Standpunkte aus vielleicht auch die zweckmässigste Methode wurde u. a. von DE VILMORIN (1862), der die von ihm gezüchteten Kiefernrasen nach den Herkunftsorten benannte, gebraucht. Durch systematische Kulturversuche zeigte DE VILMORIN erstmalig, dass wenn man Kiefern Samen aus verschiedenen Ländern sät, so erhält man Bäume, die in Wuchsform wesentlich voneinander abweichen. Hierbei muss jedoch hervorgehoben werden, dass dieser Umstand bereits früher, wenn auch nicht durch systematische

Versuche gestützt, betont wurde. In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts nahm die künstliche Begründung der Nadelhölzer in Schweden (vgl. WIBECK 1912, ROMELL 1926) immer mehr zu. Da aber das einheimische Saatgut nicht in genügenden Mengen käuflich zu erwerben war, importierte man es aus dem Ausland, namentlich aus Deutschland und in der Regel aus Darmstadt. Das Ergebnis dieses in sehr grossem Massstab ausgeführten Versuchs aus mitteleuropäischem Samen Kiefernwald in Südschweden — in geringerer Ausdehnung auch in Nordschweden — grosszuziehen, war jener Kieferntyp, den man in Schweden als »tysktall» (»Deutschkiefer») bezeichnet (vgl. WIBECK 1912). Die für solche Beständen kennzeichnende Eigenschaften sind: anfänglich kräftiger Wuchs, der aber früher oder später schnell nachlässt, krumme oder gewundene Stammform, sowie verhältnismässig lange und grobe Äste.

Die teuer erworbene Erfahrung, die man bei der Anwendung des aus Süden importierten Kiefernnsamens gemacht hat, kam, wie erwähnt, zeitig zum Ausdruck. PALMCRA NTZ (1855) sagt hierüber wie folgt: »Meine Erfahrungen hinsichtlich der Anwendung von schwedischem und ausländischem (deutschem) Waldsamen sprechen nicht für den letzteren, auch wenn man annimmt, dass beide Samensorten das gleiche Keimungsvermögen haben. Ich habe zwar stets gefunden, dass der ausländische Samen gröber und voller und die Pflanzen wüchsiger sind; auch eine gesteigerte Lebenswirksamkeit, nach der zunehmenden Länge des Stengels und der Nadeln während des Jahres zu urteilen, habe ich bemerkenswert gefunden, doch so günstig diese Umstände in einem milderen Klima auch sind, umso nachteiliger sind sie in einem rauhen Klima, wie das unsere. Es ist nämlich wahrscheinlich, dass die Frühjahrsfröste gerade wegen dieser Geilwüchsigkeit der Pflanzen auf mit deutschem Samen besäten Feldern, grösseren Schaden anrichten als auf solchen mit schwedischer Saat. Mehr als einmal bin ich im Vorfrühling über die wirklich schönen Waldsaaten des Vorjahres leider enttäuscht worden. Die infolge des Frostes braungelb gefärbten Nadelholzpflanzen aus deutschem Samen sind nur selten, die aus dem einheimischen Samen dagegen öfter wieder grün geworden.« Diese Äusserung von PALMCRA NTZ ist im grossen und ganzen, auch vom heutigen Standpunkt aus, richtig; zu bezweifeln ist nur die Angabe, dass die deutschen Pflanzen so stark von Frühjahrsfrösten gelitten haben sollten; hierbei dürften Herbst- und Winterfröste, sowie die Kiefernschütte, *Lophodermium pinastri*, eine weit grössere Rolle gespielt haben. Die verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen diesen Parasitpilz ist später u. a. von SJÖGREEN (1877) betont worden. SJÖGREEN sagt nämlich, »dass die Pflanzen aus schwedischem Samen resistenter sind und der Krankheit besser widerstehen können, als solche aus deutschem Samen«.

Ähnliche Erfahrungen findet man in den Veröffentlichungen der Landwirtschaftskammern der sechziger und siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts. In einem Rundschreiben vom Jahre 1882 warnte die Forstverwaltung vor Anwendung des deutschen Kiefern- und Fichtensamens in Staatswäldern. 1888 führte der Reichstag einen Zoll auf ausländischen Kiefern- und Fichtensamen ein. Diese Samensorten werden im Zollamt mit Eosin gefärbt (vgl. SCHOTTE 1910 a).

Entsprechende Erfahrungen, wie man sie in Schweden gemacht hat, wurden später allmählich auch aus anderen Ländern bekannt. So berichtet von SIEVERS (1895), dass Kiefernnsamen aus Rhein- und Mainebenen in Livland ausnahmslos krummwüchsige Pflanzen lieferte, während man aus dem einheimischen

Samen gerade Pflanzen erhielt. Auch in Deutschland kam man allmählich zu der Einsicht, dass Kiefern Samen französischer oder ungarischer Herkunft minderwertige Bestände liefert, also eine parallele Erscheinung wie mit der »Deutschkiefer« in Schweden (vgl. WIBECK 1926).

Es stellte sich aber bald heraus, dass es sich nicht allein darum handle, ob der Samen ausländischer oder einheimischer Herkunft ist. Bereits 1893 stellte F. TIGERHELM in Schweden fest, dass Kiefern Samen aus Südschweden für Norrland weniger brauchbar war als der heimatliche Samen (vgl. WIBECK 1912). Bereits früher erwähnt GLØERSEN (1882), dass Kiefern Samen aus Värmland und Närke (Mittelschweden) für die Begründung der Kulturen im norwegischen Vestlandet weniger geeignet sind als der Heimatsamen. In Deutschland dürfte es wohl VON KLITZING (1914) gewesen sein, der zuerst auf die innerhalb des Reichs existierenden Rassenunterschiede aufmerksam gemacht hat, indem er die völlige Unbrauchbarkeit des Darmstädter Samens für ostbrandenburgische Kulturen hervorhob.

Die direkte Versuchstätigkeit, die, wie man wohl behaupten darf, von DE VILMORIN eingeleitet wurde, wurde allmählich weiter betrieben. GRIGOR<sup>1</sup> (1865) berichtet, dass die schottische Kiefer in Schottland der Kiefer vom Kontinent überlegen ist. TURSKI (1878) führte vergleichende Kulturversuche mit Kiefer aus Darmstadt und Russland aus. ROSTRUP wies nach, dass die deutsche Kiefer in Dänemark von *Lophodermium* schwer leidet, während die dicht daneben wachsenden schwedischen Pflanzen verschont bleiben (DALGAS 1882). KJELLBERG (1884) führte im Jahre 1881 bei Hallstahammar einen Saatversuch aus, wobei deutscher und schwedischer Samen abwechselnd reihenweise gesät wurde; im Herbst waren die Pflanzen aus deutschem Samen »bedeutend üppiger und wüchsiger«, doch »im nächsten Frühjahr waren die Pflanzen zum grössten Teil so angegriffen, dass sie zum Verschulen unbrauchbar wurden, wohingegen die schwedischen Pflanzen von Krankheiten ganz verschont blieben«.

Die ersten genaueren Versuche über die Bedeutung der Provenienz wurden von KIENITZ (1879) eingeleitet, danach folgte eine Reihe bekannter Arbeiten von CIESLAR (1887, 1890, 1895, 1899). ÖRTENBLAD (1898, 1899) hebt hervor, dass »die Dauer der Wachstumszeit, die der Baum übereinstimmend mit der Dauer des Sommers am Heimatort gehabt hat«, eine erbliche Eigenschaft ist. Das normale Längenwachstum bei Kiefernpflanzen mittelnorrländischer Herkunft wird in Stockholm bereits im August abgeschlossen, wonach die normalerweise überwinterte Spitzenknospe sich zu einem proleptischen Langtrieb zu entwickeln beginnt. Dasselbe beobachtete er nach langen und warmen Sommern in Sollefteå bei Pflanzen aus Samen von Ober-Jämtland. »Das entgegengesetzte Verhältnis tritt ein, wenn man unter nördlichen Breitengraden Pflanzen aus Samen erzieht, der unter südlicherem Himmel erzeugt wurde. Die Pflanzentriebe werden dann nicht genug Zeit haben, um ihr normales Wachstum während des kurzen Sommers abzuschliessen, wenigstens werden sie damit erst spät fertig.«

HOLLGREN (1899) berichtet über einen im Jahre 1896 angelegten vergleichenden Versuch mit Kiefern, die aus Samen aus Deutschland, Finnland, Norwegen, Schottland und Schweden erzogen wurden. Nach 3 Jahren waren die schottischen Pflanzen am kräftigsten, danach folgten in abnehmender Stärkeordnung die schwedischen, norwegischen, finnischen und schliesslich die deutschen Pflan-

<sup>1</sup> Gewöhnlich als GRIGOR & FORRES (1865) zitiert, so von CIESLAR (1890) und SCHOTT (1904). Der betreffende Artikel war signiert »JOHN GRIGOR, Nurseries, Forres«.

zen. Dem Angriff von *Lophodermium* hielten die schottischen Pflanzen am besten stand, während die deutschen Pflanzen am stärksten angegriffen waren und fast vollständig eingingen.

ÖRTENBLAD (1901) teilt mit, dass er bei einem Versuch mit Ahorn- und Ulmenpflanzen, die aus Samen teils aus Ångermanland, teils aus Hälsingland erzogen wurden, feststellen konnte, dass von beiden Arten die Pflanzen der südlicheren Provenienz vom Frost weit mehr gelitten haben und vereinzelt ganz erfroren. Er berichtet weiter: »Die Mehrzahl der Holzarten haben sich an ihren natürlichen Standorten an das Lokalklima angepasst. Es ist gewöhnlich die Folge hiervon, dass Pflanzen derselben Holzart aber von Mutterbäumen aus verschiedenen Lokalen verschieden resistent sind. Der Unterschied wird erst dann bedeutend, wenn die Heimatorte der Mutterbäume weit voneinander entfernt sind.« ÖRTENBLAD schildert ferner seine Beobachtungen über die mit zunehmendem Alter abnehmende Kälteempfindlichkeit, sowie über die individuellen Schwankungen bezüglich der Kältefestigkeit.

Die für die weitere Provenienzforschung grundlegenden Untersuchungen von SCHOTT (1904, 1907, 1934) und ENGLER (1905, 1908, 1912), sowie auch von BURGER (1926, 1931) und NÄGELI (1931) brauchen hier nicht erörtert zu werden.

Ungefähr gleichzeitig mit den Provenienzversuchen in der Schweiz begann auch die Versuchstätigkeit auf demselben Gebiet an der im Jahre 1902 gegründeten schwedischen staatlichen Forstversuchsanstalt (Statens skogsförsöksanstalt). Die CIESLARSCHEN Versuche über die Kiefer sollten im allgemeinen ergänzt, dabei aber besonders die Variabilität innerhalb Schwedens untersucht werden. SCHOTTE (1905) berichtete über die Beschaffenheit von Kiefernzapfen aus verschiedenen Orten in Südschweden und in südlichem Norrland, sowie gab eine Übersicht über Schaft-, Wurzel- und Nadellänge samt Nadelzahl bei einjährigen Pflanzen verschiedener Herkunft. Die Pflanzen wurden bei Ollestad in Västergötland sowie bei Tönnersjöheden ausgepflanzt und sind später wiederholt untersucht worden (SCHOTTE 1910 b, 1914, 1923 b, WIBECK 1912, LANGLET 1929 b). — Bei einem ungefähr gleichzeitig angelegten Versuch, der die Feststellung der geeignetsten Samenmenge bei Plätzearten von Kiefern- und Fichtensamen bezweckte, kamen verschiedene einheimische Samenprovenienzen, sowie in gewissem Umfang auch Kiefer deutscher und französischer Herkunft auf 7 Versuchsflächen in verschiedenen Teilen des Landes zur Anwendung (MAASS 1907). Die spätere Entwicklung der Versuche ist von WIBECK (1912, 1916—17) behandelt worden.

An dem 1907 eingeleiteten internationalen Provenienzversuch war Schweden mit 2 Versuchsflächen beteiligt (SCHOTTE 1914). Die Versuchsergebnisse gaben grundsätzlich nichts neues; sie sind neuerdings von WIEDEMANN (1930) zusammengestellt worden.

1908 wurde von SCHOTTE und WIBECK ein Versuch angelegt, der der Erforschung folgender Fragen galt: kann südschwedischer Kiefern Samen in Norrland gebraucht werden und innerhalb welcher Grenzen kann eine Übertragung stattfinden? Der Versuch umfasste etwa 20 Provenienzen, die auf 219 Parzellen auf 13 Pflanzungsflächen verteilt waren. Die infolge des Umfangs der Versuche<sup>1</sup> sehr wichtigen Resultate sind wiederholt dargelegt und bearbeitet

<sup>1</sup>) Umfangreiche Versuche mit zahlreichen russischen Provenienzen sind später von SAMOFAL (1925, vgl. auch WIEDEMANN 1930) beschrieben worden. Diese sehr wichtigen Versuche sind unten näher behandelt worden (vgl. Kap. 5).

worden, so von WIBECK (1913, 1916—17, 1929, 1930—31, 1931), SCHOTTE (1923 a), ENEROTH (1926—27, 1928, 1930) und LANGLET (1929 b).

Die wichtigsten von den von SCHOTTE und anderen an Hand dieses Materials festgestellten Unterschieden betreffen die Zahl der lebenden Pflanzen, ihre Wuchsform und ihre Widerstandskraft gegen Schneeschütteinfektion (*Phacidium*). Aus den Revisionsergebnissen ist es deutlich zu ersehen, dass bei Verwendung des Kiefersamens in Gegenden nördlich vom Einsammlungsort grösste Vorsicht geboten ist. Die grosse allgemeine Bedeutung der Versuchsergebnisse war, dass auch verhältnismässig unbedeutende Unterschiede bezüglich des Klimas der Sameneinsammlungsorte sich im Wachstum und Gedeihen der Pflanzen und Jungbäume auf verschiedenen Flächen widerspiegeln. SCHOTTE konnte nun mit Bestimmtheit behaupten, dass Kiefersamen entweder an Ort und Stelle beschafft werden soll, oder, wenn dies nicht möglich ist, von Orten »mit einem mit dem Aufforstungsplatz annähernd gleichwertigen Klima«. SCHOTTE hielt es für geeignet, zur Charakterisierung des Klimas die Temperatur während der Periode Juni—September zu gebrauchen. Die mangelnde Resistenz, die südlichere Provenienzen bei Kultivierung in strengerem Klima zeigten, führte er, in derselben Weise wie früher ÖRTENBLAD (1898), auf die ungenügende Verholzung als Folge der verkürzten Vegetationsperiode zurück.

Es darf also vorausgesetzt werden, dass die physiologischen Unterschiede zwischen Kiefernpflanzen verschiedener Herkunft hauptsächlich auf eine fixierte Einstellung zu der Dauer der Vegetationsperiode zurückgeführt werden können.

## KAP. 2. Übersicht über die physiologischen Gründe der Kälteresistenz.

Die Frage nach den Ursachen, weshalb Pflanzen von einer Sorte von gelindem Frost getötet werden, während wiederum Pflanzen einer anderen Sorte weit tiefere Temperaturen ertragen können, ist ein Problem, das mit der Frage nach den Ursachen des Kältetodes eng zusammenhängt. Noch harren beide Probleme auf ihre endgültige Lösung; seit dem Erscheinen der Untersuchungen von MÜLLER-THURGAU in den achtziger Jahren haben die von verschiedenen Verfassern aufgestellten Theorien bedeutende Änderungen erfahren. Umfassende Forschungen resultierten in einer äusserst reichhaltigen Literatur (vgl. HARVEY 1935), deren wichtigsten Ergebnisse u. a. von ÅKERMANN (1927) und MAXIMOV (1929) zusammengestellt sind.

Der Kältetod ist auf verschiedene Ursachen zurückgeführt worden, so auf die Austrocknung der Zellen, auf die Schäden durch Eisbildung in und um die Zellen, auf das verschiedene Quellungsvermögen des Zellinhalts, sowie auf die Veränderungen der Stoffwechselbedingungen. Das Vermögen dem Kältetod zu entgehen, d. h. die Kälteresistenz, beruht dann im wesentlichen darauf, wie die erwähnten Schäden vermieden werden können; die Kälteresistenz wurde mit jenen Verhältnissen in Beziehung gesetzt, die der Austrocknung und Eisbildung in den Zellen entgegenwirken, so z. B. geringer Wassergehalt, hoher Zuckergehalt, grosse Menge quellbarer Kolloide usw. Die Forschungsergebnisse späterer Zeit (vgl. z. B. KESSLER 1935) haben jedoch zu der Auffassung geführt, dass die Kälteresistenz als Ausdruck des physiologischen Allgemeinzustands der Pflanze betrachtet werden kann. Dieses schliesst jedoch keinesfalls aus, dass man im osmo-



tischen Wert, Trockensubstanzgehalt, Zuckergehalt usw. Werte findet, die mit der Kälteresistenz im grossen und ganzen zusammenvariiieren. Dabei kann bald der Trockensubstanzgehalt, bald der Zuckergehalt, bald ein anderer Faktor mit der Resistenz sehr gut übereinstimmen. Jedenfalls dürfte die Kälteresistenz das Resultat einer Veränderung komplexer Natur, m. a. W. der Abhärtung, sein. — Es ist zu erwarten, dass alle jenen Veränderungen der in Pflanzen enthaltenen Stoffe, die mehr oder weniger regelmässig beim Eintritt der kalten Jahreszeit, dem Abschluss der Vegetationsperiode und dem Beginn der Winterruhe auftreten, mit dem Erreichen der Kälteresistenz mehr oder weniger direkt verknüpft sind.

### KAP. 3. Über die Jahresvariationen von gewissen, in Zellen vorkommenden Stoffen sowie der Zusammenhang zwischen der Kälteresistenz und der Konzentration von diesen Stoffen.

Auf Grund des Obengesagten ist es von Interesse, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, teils die Variationen einiger, in den Zellen befindlichen und mehr erforschten Stoffe mit den Jahreszeiten, namentlich während des Herbstes, zusammenzustellen, teils aber auch die unter verschiedenen Verhältnissen festgestellten Beziehungen zwischen der Kältefestigkeit verschiedener Pflanzen und der variierenden Konzentration der Stoffe zu studieren. Trots der Regelmässigkeit, mit der die meisten von den unten genannten Umwandlungsvorgängen bei verschiedenen Pflanzen aufzutreten pflegen, besteht doch keine vollständige Gleichförmigkeit, woraus man wohl schliessen darf, dass der an die Ruheperioden angepasste Zustand in den Zellen auf verschiedene Weise herbeigeführt werden kann.

Grosse Bedeutung ist unter allen Umständen der Hydratur der Pflanzen beizumessen (WALTER 1931). So findet man während des Herbstes, dass nicht nur der Wassergehalt im Verhältnis zum Frischgewicht abnimmt, sondern auch dass das Verhältnis zwischen »freiem« und »gebundenem« Wasser (ROSA 1921) sich verschiebt, was im Grunde genommen nur einen anderen Ausdruck für die Veränderung der osmotischen Druckes bedeutet (WALTER 1931).

**Osmotischer Wert.** Eine Übersicht über die Veränderungen des osmotischen Werts bei verschiedenen Pflanzen während verschiedener Jahreszeit und in verschiedenen Klimaten gibt WALTER (1931). WINKLER (1912—13) teilt mit, dass der osmotische Wert bei Nadelhölzern während des Winters steigt. Studien über Jahresvariationen sind später an folgenden Koniferen ausgeführt worden: *Picea canadensis* (LEWIS & TUTTLE 1920, 1923), *Picea Engelmanni* (GOLDSMITH & SMITH 1926), *Abies grandis*, *Pinus ponderosa*, *Pseudotsuga taxifolia* (GAIL 1926), *Pinus rigida* (MEYER 1928, GAIL & CONE 1929), *Pinus silvestris* (STEINER 1933), *Pinus silvestris* und verschiedene andere *Pinus*-Arten (GRAHLE 1933), *Pinus Cembra* (CARTELLIERI 1935). Die Ergebnisse stimmen im wesentlichen mit jenen von DIXON & ATKINS (1915) für wintergrüne Pflanzen (*Hedera* und *Ilex*) sowie von URSPRUNG & BLUM (1916) für Kräuter überein, nämlich dass der osmotische Wert während der Wintermonate höher ist als im Herbst.

Der Zusammenhang zwischen dem osmotischen Wert bei Grenzplasmolyse und der Winterresistenz ist für Roggensorten von BUHLERT (1906) und für Weizen u. a. von GOVOROV (1923) und ÅKERMÄN (1927) nachgewiesen worden. Der Zusammenhang zwischen Kälteresistenz und Gefrierpunktniedrigung im Presssaft ist von OHLWEILER (1912) und CHANDLER (1913) nachgewiesen worden. Eine negative Beziehung zwischen der Resistenz und der Menge auspressbaren Safts fand NEWTON (1924).

Mit dem osmotischen Wert mehr oder weniger direkt zusammenhängend sind die Differenzen in Zugfestigkeit und Dehnbarkeit, die KOKKONEN (1929) bei verschiedenen Roggensorten gefunden hat.

**Trockensubstanzgehalt.** Die Schwankungen des osmotischen Wertes können bei verschiedenen Pflanzen auf verschiedene Weise hervorgerufen werden. Nach den von STEINER (1933) bei Heidelberg ausgeführten Untersuchungen sollen die Variationen des osmotischen Wertes bei *Buxus* hauptsächlich durch Schwankungen des Wassergehalts bedingt sein, während solche Schwankungen bei Kiefer ohne Bedeutung sind, da hier der osmotische Wert vom Zuckergehalt bestimmt wird; *Taxus* nimmt in dieser Beziehung eine Zwischenstellung ein. Einen grösseren Trockensubstanzgehalt während des Winters fanden MEYER (1918, 1929, 1932) in Nadeln von *Pinus rigida* und CARTELLIERI (1935) in Nadeln von *Pinus Cembra*. GOLDSMITH & SMITH (1926) zeigten, dass der Wassergehalt der Nadeln von *Picea Engelmanni* im Herbst abnimmt, und zwar umso mehr, je höher der Standort.

Verschiedentlich ist es festgestellt worden, dass ein höherer Trockensubstanzgehalt mit einer schwächeren Eisbildung in Geweben (WIEGAND 1906) und einer grösseren Kälteresistenz zusammenfällt. Letzteres ist — um einige Beispiele zu nennen — für Weizen von SEELHORST (1910), SINZ (1914) und später auch von ÅKERMÄN (1927), für Apfelbaum von BEACH & ALLEN (1915), für Pfirsichknospen von JOHNSTON (1919), für Pflaumenbaum von STRAUBAUGH (1921) und für Kohlsorten von LAMPRECHT (1925) festgestellt worden. In anderen Fällen dagegen ist ein solcher Zusammenhang nicht vorgefunden worden (CHANDLER 1913, GOVOROV 1923, CONSTANTINESCU 1933). In den Fällen, wo die Zunahme des Trockensubstanzgehalts stattfindet, dürfte er jedoch für die Kälteresistenz zweifellos von Bedeutung sein; erzielt man durch geeignete Massnahmen eine Erhöhung des Trockensubstanzgehalts in Geweben, so wird in der Regel auch eine grössere Kälteresistenz sowohl bei Pflanzen (CHANDLER 1913, TUMANOW 1931), als auch bei Insekten (vgl. UVAROV 1931) erreicht.

**Stärke.** Ein Verschwinden der am Schluss der Vegetationsperiode aufgespeicherten Stärke wurde von REICHARDT (1871) verschiedentlich beobachtet; diese Beobachtung ist später als Regel von MER (1879) für Bäume und von ROSENBERG (1896) für Kräuter bestätigt worden. Je nach Pflanzenarten, verschwindet die Stärke mehr oder weniger vollständig (SCHULZ 1888, FISCHER 1891). Hierbei spielen die Temperaturverhältnisse eine grosse Rolle, indem niedrige Temperatur eine Auflösung der Stärke bewirkt, während bei Temperaturerhöhung die Stärke wiedergebildet wird (OVERTON 1899, MIYAKE 1902, NIKLEVSKI 1906, vgl. auch REICHARDT). Der Stärkegehalt während des Winters zeigt also eine dem osmotischen Wert entgegengesetzte Variation.

**Zuckerarten.** Die Bildung von Traubenzucker (Glukose) bei der Auflösung der Stärke ist bereits von FISCHER (1888) beobachtet und später von LIDFORSS (1896, 1907) und anderen bestätigt worden. Nach der Ansicht von LIDFORSS ist der auf diese Weise entstandene Zucker von direkter Bedeutung für die Kälteresistenz. Später wurde eine meist sehr gute Übereinstimmung zwischen dem Zuckergehalt und der Resistenz von zahlreichen Forschern nachgewiesen, so z. B. für Weizenpflanzen von GASSNER & GRIMME (1913), ÅKERMAN & JOHANSSON (1917), ÅKERMAN (1927), für Roggenpflanzen von ÅKERMAN, ANDERSSON & LINDBERG (1935), für Weisskohlsorten von LAMPRECHT (1925). Entgegengesetzte Erfahrungen wurden bei den Versuchen mit Gerste gewonnen; es zeigte sich nämlich, dass der Zuckergehalt unter Umständen höher sein kann bei weniger resistenten Sorten (CONSTANTINESCU 1933).

Neben der mehr oder weniger direkten Kälteschutzwirkung, kommt dem Zucker auch als Atmungsmaterial grosse Bedeutung zu. Daraus erklärt sich, dass die Pflanzen während längerer Winter mehr beschädigt werden als während kürzerer (TUMANOW 1931). — Der Zuckergehalt zeigt eine Jahresvariation, die mit jener des osmotischen Werts übereinstimmt.

Ausser Glukose und Fruktose (vgl. PITTIUS 1935) wird auch Rohrzucker gebildet. MAXIMOW & KRASNOSSELSKY-MAXIMOW (1917) wiesen für verschiedene Bäume und Kräuter nach, dass der Gehalt sowohl an Rohrzucker, als auch an Glukose im Dezember bedeutend grösser war als im Mai.

Auch bei kältehärteten Weizensorten findet man nach der Abhärtung den grösseren Teil des Totalzuckers als Rohrzucker vor (TUMANOW 1931, MUDRA 1932). Bezüglich des Rohrzuckergehalts findet man einen sehr auffallenden Unterschied zwischen Kiefer und Fichte; die Nadeln der Fichtenpflanzen, besonders von solchen nördlicher Herkunft, enthalten relativ viel mehr Rohrzucker (LANGLET 1934 b) als die Nadeln der Kiefernpflanzen von entsprechender Provenienz.

**Fette.** Zugleich mit Stärkeauflösung beobachtete MER (1879) eine Zunahme des Fettgehalts im Zellinhalt. FISCHER (1891) unterscheidet zwischen »Stärkebäumen« und »Fettbäumen«; zu den ersteren rechnet er jene Bäume, bei denen die Stärke während des Winters nur aus der Rinde, nicht aber aus dem Holze verschwindet (aus Stärke wird hauptsächlich Glukose gebildet), in »Fettbäumen« dagegen wird die Stärke auch im Holz umgebildet, und zwar zu Fett; allerdings bildet sich auch in diesem Fall etwas Glukose in der Rinde.

Nach TUTTLE (1919, 1921) besteht die Reservenahrung während des Winters der von ihr untersuchten Bäume und Sträucher, darunter *Picea canadensis* und *Pinus Banksiana*, in der Regel aus Fett und Öl. KORSTIAN (1924) stellte vermittlels Proben mit Osmiumsäure bei verschiedenen Holzarten eine starke Fettreaktion in Nadeln während des Winters fest. Die Jahresvariation des Fettgehalts wie auch des Zuckergehalts, ist also jener des Stärkegehalts entgegengesetzt; nach Untersuchungen von GÄUMANN (1935) ist dieses auch in Buchenrinde der Fall.

**Hemizellulose.** Ein drittes Umwandlungsprodukt aus der Stärke, das, wie auch das Fett, relativ stabil und osmotisch unwirksam ist, ist die Reserve- oder Hemizellulose. Die Bildung der Hemizellulose beginnt nach SCHELLENBERG (1905) gleichzeitig mit der Auflösung der Stärke und hält bis zum Eintritt der kalten Witterung an; im Frühjahr wird die Hemizellulose aufgelöst. Nach GÄU-

MANN (1935) geschieht der Umwandlungsverlauf der Hemizellulose in Zweigen und Rinde der Buche im wesentlichen in gleicher Weise.

**Stickstoffhaltige Stoffe.** Diesbezügliche Angaben werden von NEWTON & BROWN (1926) über die Zunahme des Proteingehalts im Presssaft von Weizenpflanzen im Herbst gemeldet. Eine ähnliche Anreicherung von stickstoffhaltigen Stoffen findet in Blättern von wintergrünen Pflanzen, darunter *Pinus Cembra* (SATTLER 1929), im Frühjahr statt; später geht aber der Gehalt an diesen Stoffen zurück. Auch qualitativ geschieht eine Veränderung der Eiweisstoffe, so dass der Gehalt an weniger zusammengesetzten Verbindungen (Aminosäuren) im Herbst nach der Abhärtung zunimmt (SCHAFFNIT 1910, HARVEY 1918).

**Enzyme.** Von grossem Interesse sind die Untersuchungen, die über die Menge der in Pflanzen auftretenden Enzyme gemacht worden sind. DOYLE & CLINCH (1928) sowie DOYLE & O'CONNOR (1930) stellten fest, dass der Katalasegehalt der Nadeln im Herbst zunimmt, im Winter, auch bei Temperaturerhöhung, hoch bleibt, um jedoch im Frühjahr, oft sehr rapide, zu sinken. In der Krim fanden MANSKAJA & SCHILINA (1931) bei *Cornus mas*, Flieder und Vogelkirsche teils Mitte des Winters, teils in der Zeit vor Laubausbruch, im Durchschnitt einen hohen Gehalt an Katalase und Diastase. Zu gleicher Zeit berichten NEWTON & BROWN (1931), dass der Katalasegehalt im Herbst am höchsten ist, wenn der Zuckergehalt sich dem Maximum nähert; die Untersuchung umfasste 4 Sorten von verschiedener Kälteresistenz und ergab ferner, dass die kälte härteren Sorten sich durch relativ höheren Katalasegehalt auszeichnen. — Bereits früher wies PRONIN (1928, nach LISCHKEWITSCH & PRIZEMINA 1929) nach, dass der Gehalt an Katalase und Diastase bei frühreifenden Weizensorten bedeutend grösser ist als bei spätreifenden Sorten. KLING (1931, nach TYSDAL 1934) fand Beziehungen zwischen Kälteresistenz und Proteasegehalt bei Getreide.

**Azidität.** Nach Untersuchungen von DOYLE & CLINCH (1926 a) verändert sich der Azidität bei Nadelhölzern während verschiedener Jahreszeiten nur unbedeutend. Nach GÄUMANN (1935) scheinen Buchenzweige und Buchenastrinde im Sommer saurer zu sein als im Winter; PITTIUS (1935) stellt fest, dass der Gehalt an organischen Säuren beim Laubausbruch stark zunimmt. TROPOVA (1929) gelang es nachzuweisen, dass zwischen der Empfänglichkeit für Pilzinfektion und der während der Entwicklung der Pflanzen wechselnden Azidität ein Zusammenhang besteht; eine etwaige Variabilität der Azidität bei verschiedenen Sorten oder Provenienzen kann also für den Grad der Immunität gegen parasitäre Pilze von direkter Bedeutung sein.

**Gerbstoffe.** Die Art des Vorkommens der Gerbstoffe hat seit langem das Interesse auf sich gelenkt. WARMING (1883) wies auf das häufige Vorkommen der Gerbsäure in der Epidermis überwinternder Blätter hin und setzte das Vorkommen der Gerbsäure in Zusammenhang mit der Kälteresistenz. HAUCH & KÖLPIN RAVN (1913) fanden den Gerbstoffgehalt bei Eiche am grössten in der Mitte des Winters. Sie setzen den Gerbstoffgehalt nicht in direkte Verbindung mit der Resistenz, heben aber seine Grösse als Zeichen des erreichten »Reifegrades« der Triebe hervor. GOLDSMITH & SMITH (1926) geben für den Gehalt an Gerbsäuren (Tannin) ein Minimum während der Sommermonate und ein Maximum zu Beginn des Herb-

stes an; allerdings war das Vorkommen der Gerbstoffe sehr unregelmässig (vgl. auch LARKUM 1914).

Die Gerbstoffe scheinen für Permeabilitätsänderungen in der Grenzschicht des Plasmas gegen die Vakuolen und hierdurch auch für den Wasserhaushalt von Bedeutung zu sein (vgl. KOSTYTSCHEW 1926). Nach FITTING (1919) variiert die Permeabilität je nach der Jahreszeit: während des Sommers war sie hoch, im Winter aber nahm sie ab.

Auf einen sehr wichtigen Unterschied zwischen dürreempfindlichen und dürrefesten Weizenarten wies WASSILIEW (nach KOSTYTSCHEW 1931) hin; es zeigte sich nämlich, dass bei den ersteren die Transpiration durch die Spaltöffnungen reguliert wird, während bei den letzteren hierbei hauptsächlich die Wasserzirkulation, der mit dem Welkwerden zunehmenden osmotischen Druck, sowie vermutlich auch die Veränderungen der Permeabilität des Plasmas für Wasser in Betracht kommen. Die Resistenz gegen Dürre und Kälte wird grundsätzlich zum Teil auf demselben Wege erreicht (z. B. MAXIMOW 1929); es liegt daher nahe, eine verminderte Permeabilität mit der während des Winters verminderten Transpiration in Kausalzusammenhang zu setzen (vgl. WEAVER & MOGENSEN 1919). ALLEN (nach CHANDLER 1913) fand eine direkte Korrelation zwischen der Frosthärte bei Apfelsorten und der Geschwindigkeit der Wasserabgabe der Zweige während des Winters. Nach Ansicht von IWANOFF (1924) werden die Nordgrenzen der Holzgewächse in erster Linie durch die Transpiration der in Winterruhe befindlichen Triebe bestimmt. RIASANZEW (1934) hat später bestätigt, dass die im Norden vorkommenden Nadelbäume im Winter schwächer transpirieren als die in südlicheren Gebieten wachsenden Nadelbäume.

**Mineralstoffe.** Nach GOLDSMITH & SMITH (1926) folgt das elektrolytische Leitungsvermögen im grossen und ganzen dem Wassergehalt; dieses bedeutet, dass die Salzkonzentration im Saft während des Winters abnimmt. Zu demselben Resultat kam auch ANDERSEN (1929): der gesamte Elektrolytgehalt folgt der Azidität und zeigt also ein Maximum im Sommer und ein Minimum im Winter. Dasselbe gilt für die einzelnen anorganischen Salze (vgl. GÄUMANN 1935).

**Harz.** Die Frage, ob eine Jahresvariation des Harzgehalts der Pflanzen stattfindet, ist bisher nicht klargestellt worden (vgl. JACCARD & FREY-WYSSLING 1935).

**Winterfärbung.** Der rote Farbton kann teils durch einen im Zellsaft gelösten Farbstoff, Anthozyan, teils durch einen an Chromatophoren gebundenen Farbstoff, Rhodoxanthin, verursacht werden. Bemerkenswert ist, dass die Bildung der roten Farbstoffe von denselben Faktoren, so z. B. niedere Temperatur, Dürre, intensives Licht, begünstigt werden, die die Kälteresistenz der Pflanzen herbeiführen. Gerbstoffe und Zuckerarten fördern das Entstehen der beiden Farbstoffe (vgl. LIPPMAA 1925 und die dort angeführte Literatur). Durch Einsetzen der Kiefernpflanzen in Zuckerlösungen verschiedener Konzentration, konnte SCHMIDT (1930 a) nach Belieben verschiedene Farbenintensitäten herbeiführen.

Die Variation der Rotfärbung mit der Jahreszeit ist für die Kiefer von SCHOTT (1904) und später u. a. für *Saxifraga crassifolia* von LIPPMAA (1925) nachgewiesen worden. Die Verfärbung bei einjährigen Kiefern pflegt gewöhnlich nach dem ersten Frost aufzutreten, in Experimentalfärbet in der Regel nach Mitte September.

Die biologische Bedeutung der roten Farbstoffe ist lange umstritten worden (vgl. LIPPMAA 1925). Nach LEPESCHKIN (1932) wirkt die Rotfärbung dem für das Erlangen und Beibehalten der Kältefestigkeit ungünstigen Einfluss des Lichts entgegen; dieser Einfluss des Lichts besteht darin, dass die Permeabilität des Plasmas gesteigert, dessen Stabilität aber vermindert wird. Von Bedeutung kann auch der Umstand sein, dass rotes Licht der Wasseraufnahme der Zellen entgegenwirkt (FUNKE 1931).

TISCHLER (1905) wies auf die im Verhältnis zu der grünen Hauptform grössere Kälteresistenz einer rotblättrigen Form von *Nandina*.

Eine andere Farbenveränderung in Blättern von wintergrünen Pflanzen, die nur im Herbst und Winter aufzutreten scheint, ist die Verfärbung in einen mehr oder weniger ausgeprägt gelben Ton. Diese Färbung wird unten näher besprochen (S. 442, 450).

Der Abschluss der Vegetationsperiode und das Eintreten der Winterruhe werden also durch einen ganzen Komplex von Umwandlungsvorgängen gekennzeichnet, wodurch die Pflanze in einen Zustand versetzt wird, der ihre Überwinterung unter für sie normalen Verhältnissen ermöglicht. Diese Umwandlungsvorgänge sind charakteristisch für die Zustandsveränderung und für verschiedene Pflanzen, welcher Art sie auch angehören, im grossen und ganzen gemeinsam. Bezüglich der Einzelheiten verhalten sich aber verschiedene Arten abweichend, indem bei einer Art der eine, bei einer anderen Art der andere Vorgang mehr in Erscheinung tritt. Die festgestellten Unterschiede zwischen verschiedenen Pflanzen können in gewissem Umfang auf die Verschiedenheiten der Untersuchungsmethoden u. a. m. zurückgeführt werden. Als Regel gilt, dass der Wasser- und Stärkegehalt samt Azidität im Herbst abnimmt, während dagegen der Gehalt an Trockensubstanz, Zucker, »Fetten«, Reservézellulose, Gerbstoffen und Katalase zunimmt. Häufig tritt eine Farbenveränderung ein, die mit der Bildung von roten Farbstoffen oder mit einer etwaigen, gleichzeitig stattfindenden Umlagerung bzw. Veränderung des Chlorophylls der grünen Zellen verbunden ist.

Sei es, dass das Überwinterungsvermögen in diesem oder jenem Sonderfall zum überwiegenden Teil durch die Kälteresistenz der Pflanze, deren Vermögen einen günstigen osmotischen Wert aufrechtzuerhalten, oder durch die Möglichkeit, die Transpiration oder Atmung herabzusetzen bedingt ist, oder sei es, dass diese Eigenschaften miteinander mehr oder weniger eng verbunden sind, so ist es doch sicher, dass die Überwinterung nicht nur mit einem Umsetzungsvorgang in direktem Kausalzusammenhang steht. Selbstverständlich hindert das nicht, dass der Grad des Überwinterungsvermögens beispielsweise mit dem Zuckergehalt der Blätter bei verschiedenen Weizensorten im Verhältnis steht, denn die Umsetzung, die zur Vergrösserung des Zuckergehalts führt, kann ja parallel verlaufen und mit den übrigen Veränderungen des Zellinhalts mehr oder minder direkt verbunden sein. Das Überwinterungsvermögen kann als Folge der auf die Erhöhung der Stabilität der Plasmakolloiden gerichteten Veränderung des ganzen physiologischen Zustands der Zellen betrachtet werden. Findet man dann, dass der Trockensubstanz- oder Zuckergehalt mit dem Überwinterungsvermögen in Beziehung steht, so ist man auch berechtigt, in den Variationen dieser Werte Vorgänge zu erblicken, die mit Verschiebungen im ganzen physiologischen Zustand der Zellen eng verknüpft sind.

Wir haben ebenfalls gesehen, dass dieselben Unterschiede, die bei ein und derselben Sorte, aber in frosthartem und frostempfindlichem Zustand auftreten, bei mehr bzw. weniger resistenten Sorten einer Art wiederzufinden sind, falls sie unter gleichen äusseren Bedingungen erzogen werden. Untersucht man daher verschiedene Sorten oder Linien irgend einer Kulturpflanze oder verschiedene Provenienzen von Kraut- und Holzgewächsen und findet man dabei Differenzen im Trockensubstanzgehalt, Zuckergehalt, osmotischen Wert, Fettgehalt, Enzymenmenge oder irgend einem anderen, im Zusammenhang mit der Kälteresistenz stehenden Wert, so kann man daraus auch schliessen, dass zwischen diesen Sorten, Linien oder Provenienzen mehr oder weniger tiefgehende physiologische Unterschiede bestehen. In noch höherem Grade ist dies berechtigt, wenn man zugleich feststellt, dass der untersuchte Wert nicht nur mit der Kälteresistenz oder dem Überwintungsvermögen zusammenvariiert, sondern auch mit der Wachstumsgeschwindigkeit, Wachstumszeit, Nadellänge, der Widerstandskraft gegen Pilzinfektion, sowie auch mit verschiedener Reaktion beim Auspflanzen unter verschiedenen klimatischen Verhältnissen. Wo solche Unterschiede vorliegen, liegen auch in ihrer ganzen physiologischen Abgestimmtheit verschiedenartige »Rassen« vor, oder, wenn wir sie anders nennen wollen: »chemisch-physikalische Varietäten« (NÄGELI 1865), »klimatische Formen« (SCHRÖTER 1898), »physiologische Varietäten« (CIESLAR 1899), »klimatische Varietäten« (CIESLAR 1907), »Ökotypen« (TURESSON 1922 a) u. dgl. m.

## KAP. 4. Quantitative physiologische Unterschiede zwischen Kiefernpflanzen verschiedener Provenienz.

### Trockensubstanzgehalt.

In Übereinstimmung mit ÅKERMANS (1927) Untersuchungsverfahren wird hier der Trockensubstanzgehalt in Prozenten des Frischgewichts berechnet. Besser wäre es, statt dessen den Wassergehalt in Prozenten des Trockengewichts anzugeben. Da es sich hier aber um relative Werte handelt, erscheint mir diese Frage von geringerer Bedeutung. Man darf jedoch nicht ausser Acht lassen, dass eine Veränderung des Trockensubstanzgehalts nicht eine Veränderung der Trockensubstanzquantität zu sein braucht, sondern oft nur eine Veränderung der in der Pflanze zur gegebenen Zeit vorhandenen Wassermenge bedeutet.

Viele Faktoren wirken auf den Wassergehalt der Pflanze ein, so deren Alter (vgl. JANSSEN 1929) und Pflanzdichte in den Saatreihen. Die Einwirkung des Pflanzenalters ist aus Tab. 1 ersichtlich; eine Differenz in der Saatzeit von ca. 4 Wochen entspricht einer Differenz im Trockensubstanzgehalt von ca. 1,3 %. Eine grössere Fehlerquelle stellt die wechselnde Dichte in Saatreihen dar, denn der Samen von nördlichen Provenienzen keimt oft viel schlechter als jener aus dem Süden, während die Unterschiede in Keimgeschwindigkeit nicht gross sind. Die Einwirkung der Saatlücke ist aus Tab. 2 zu ersehen. Tab. 3 zeigt die Bedeutung der Lage der Pflanzen in den Saatreihen.

Um diese Fehlerquelle nach Möglichkeit zu vermeiden, ist bei der Probeentnahme darauf geachtet worden, dass die Proben in dichten Reihen von den lockersten Partien bzw. von der Südseite der Reihen entnommen wurden, während man

in lockeren Reihen die dichtesten Partien auswählte. Wie aus Tab. 3 zu entnehmen ist, stimmen die Trockensubstanzwerte verschiedener Provenienzen bei Proben aus lockeren Reihenteilen besser mit der geographischen Breite der Herkunftsorte überein; der geringere Trockensubstanzgehalt der südlichen Provenienzen ist also nicht allein die Folge der gewöhnlich grösserer Pflanzdichte in den Saatreihen.

**Methodik.** Die Behandlung der entnommenen Proben, die gewöhnlich 20—30 einjährige Pflanzen bzw. 50—300 Nadeln enthielten, geschieht in der Weise, dass die in feuchter Luft oder Wasser aufbewahrten Pflanzen zwischen Filtrierpapier getrocknet werden. Die Trocknung selbst dauert 6 Minuten, während dieser Zeit werden die Pflanzen in grössere und kleinere sortiert. Danach lässt man die Pflanzen während 6 Minuten in der Luft trocknen. Während weiterer 6 Minuten werden sie, grössere und kleinere je für sich, nach dem der Stengel dicht oberhalb der Keimblätter abgeschnitten ist, abgewogen. Nur wenn die Keimblätter ganz gesund und die Primärnadeln sehr gering an der Zahl waren, was bei hochnordischen Provenienzen der Fall sein kann, schnitt man den Stengel dicht unterhalb der Keimblätter ab. Nach dem Wiegen werden die Pflanzen, deren Zahl notiert wird, in Papiertüten verpackt, in Thermostat zur Trocknung eingebracht.

Nachdem die Proben bei 65° C getrocknet sind, werden sie abermals gewogen. Dank dem Umstand, dass die Pflanzen in zwei Gruppen, grössere und kleinere je für sich, gewogen werden, sowie dass der Trockensubstanzgehalt der Provenienzen sodann als Mittel für beide Gewichtsbestimmungen angegeben wird, erlangt man eine gewisse Sicherheit, dass der Mittelwert nicht allzu stark durch die grössere Pflanzen beeinflusst wird. Sämtliche nachstehend im Text, Tabellen oder Diagrammen angeführten Trockensubstanzwerte sind, wenn nicht anders besonders angegeben, Mittelwerte für derartige Doppelproben.

Während der Zeit, wo die Proben im Wasser oder feucht aufbewahrt liegen, nehmen sie Wasser auf (vgl. Tab. 4); daher wurde eine Korrektur für Wasseraufnahme während der Aufbewahrungszeit vorgenommen.

**Variation des Trockensubstanzgehalts.** Ein Beispiel für die täglichen Schwankungen des Trockensubstanzgehalts (d. h. eigentlich des Wassergehalts!) stellt Fig. 1 dar. Die für jeden Tag berechneten Mittelwerte des Trockensubstanzgehalts für einige ausgewählte Provenienzen machen es möglich, Tageskorrektur vorzunehmen, so dass während verschiedener Tage behandelten Proben vergleichbar werden. Die Wirkung der Korrektur ist aus Tab. 6 zu ersehen.

Der Trockensubstanzgehalt steigt im Spätsommer und Herbst bis November-Dezember, schwankt dann während der Wintermonate mit einer Tendenz gegen den Spätwinter noch weiter zuzunehmen, um aber im Frühjahr wieder zu sinken (vgl. auch PUTTENDÖRFER 1936, Fig. 5). Die Variationen im Herbst und Winter werden in Fig. 2 und 3 veranschaulicht; Fig. 2 zeigt die Schwankungen des Trockensubstanzgehalts in einjährigen Pflanzen, Fig. 3 dasselbe in dies- und vorjährigen Nadeln älterer Pflanzen.

Die Schwankungen des Trockensubstanzgehalts mit der Jahreszeit in Nadeln von *Pinus silvestris* stimmen also mit dem allgemeinen, in Kap. 3 skizzierten Verlauf, sowie mit den von STEINER (1933) bei Heidelberg und PUTTENDÖRFER (1936) bei Eberswalde gemachten Feststellungen. Aus den Variationen



in 2jährigen Nadeln ist deutlich zu ersehen, dass es sich nicht allein um einen mit dem Nadelalter zunehmenden Trockensubstanzgehalt handelt, sondern um eine Kombination von der durch die Jahreszeit bedingten Variation und der Zunahme mit steigendem Alter. Tab. 5 zeigt, wie der Trockensubstanzgehalt mit steigendem Nadelalter zunimmt, eine Erscheinung, die bereits früher, wie z. B. für die Kiefer von DULK (1875) und für die Fichte von STÄLFELT (1924), hervorgehoben wurde.

**Die Variabilität des Trockensubstanzgehalts.** Wie oben gezeigt wurde, nimmt der Trockensubstanzgehalt im Herbst zu und verbleibt hoch während des Winters; er verändert sich in gleicher Weise wie der Grad der »Reife«. Unter letzterem Begriff ist der physiologische Zustand zu verstehen, der nach Abschluss des Wachstums und aller jenen, den Übergang zur Winterruhe charakterisierenden Vorgänge, wie z. B. Aufspeicherung der Reservenernährung, Umwandlung der Stärke in Zucker, eintritt. Aus diesem Grunde dürfte der Trockensubstanzgehalt in gewisser Ausdehnung auch als Mass für jene Differenzen betreffs des erreichten Reifegrades dienen, die unter bestimmten Verhältnissen die Pflanzen verschiedener Herkunft während des Winterhalbjahres charakterisieren. Wir wissen nämlich, dass Kiefernpflanzen verschiedener Provenienz bezüglich des Reifegrades, den sie unter vergleichbaren Verhältnissen erreichen können, voneinander abweichen (ÖRTENBLAD 1898, 1901, WIBECK 1912). Auch hinsichtlich der Frostresistenz (KIENITZ 1922, BURGER 1931) und des allgemeinen Überwinterungsvermögens (z. B. WIBECK 1913, SCHOTTE 1923 a) weisen sie Verschiedenheiten auf. Das Bestehen eines mehr oder weniger festen Zusammenhangs zwischen der Kälteresistenz verschiedener Provenienzen und dem Trockensubstanzgehalt konnte also mit Sicherheit angenommen werden und ist auch durch die in Verbindung mit diesen Untersuchungen ausgeführten Gefrierversuche (vgl. S. 421) bestätigt worden.

Als Beispiel für den, je nach der Herkunft variierenden Trockensubstanzgehalt 1-jähriger Kiefernpflanzen können Mittel für verschiedene Provenienzen von den in Fig. 1 wiedergegebenen Werten angeführt werden (s. Tab. 6).

In Tab. 7 werden Trockensubstanzbestimmungen für 11 Provenienzen zusammengestellt; diese Bestimmungen wurden zu verschiedener Zeit und in verschiedenen Jahren an 1-jährigen Pflanzen sowie an Nadeln älterer Pflanzen ausgeführt.

Eine Serie von 39 Provenienzen, darunter auch 10 von den in Tab. 7 angeführten, wurden 1929 ausgesät; diese Pflanzen wurden später für zahlreiche Bestimmungen benutzt. Von den Pflanzen dieser Aussaat wurde ein Teil im Frühjahr 1931 für Pflanzungsversuche in verschiedenen Teilen des Landes verwendet. Über die Ergebnisse dieser Versuche wird in Kap. 5 mitgeteilt. Da es von Interesse war, Trockensubstanzgehalt, namentlich für die in die Pflanzungsversuche einbezogenen Provenienzen zu ermitteln, wurden sie mehrfachen Bestimmungen unterzogen und aus den erhaltenen Bestimmungswerten wurden sodann Mittelwerte berechnet. Diese Werte, die im folgenden als »Normalwerte« bezeichnet werden, sind in Tab. 32 (S. 361) wieder zu finden; die Herkunft der Provenienzen ist aus der Tabelle und der Karte (Fig. 34, S. 362) zu entnehmen.

**Die Abhängigkeit des Trockensubstanzgehalts von der Vegetationsperiode des Kulturorts.** Mit Rücksicht auf die Bedeutung dieses Problems sind Saat- und Pflanzungsversuche in klimatisch sehr verschiedenen

Gegenden ausgeführt worden. Zu Vergleichszwecken am geeignetsten sind ohne Zweifel die bei Gällivare ausgeführten Pflanzungen, sowie solche in Versuchsrevieren Kulbäcksliden und Tönnersjöheden (vgl. unten S. 447).

Tab. 8 enthält die während verschiedener Jahre erhaltenen Werte. Sie stellen in der Regel recht gute Durchschnittszahlen dar, da sie sich auf Bestimmungen von einer grossen Anzahl von Pflanzen stützen. Aus dieser Tabelle und vielleicht noch deutlicher aus Fig. 4 ersieht man, dass die nördlichen Provenienzen ungefähr dieselben Werte, unabhängig von der Lage des Kulturorts, erreichen, während die südlicheren Provenienzen umso geringeren Trockensubstanzgehalt aufweisen, je strenger das Klima am Anbauort ist. In Tab. 4 sind die »Nördlichkeitsgrade« der Provenienzen durch entsprechenden »Normalwert« des Trockensubstanzgehalts (gemäss Tab. 8) ausgedrückt worden.

Fig. 4 und Tab. 8 besagen, dass die an warmes Klima und längere Vegetationsperiode angepasste Provenienzen beim Verpflanzen in kältere Gegenden gehemmt werden. Die Differenzen im Trockensubstanzgehalt, die in Tönnersjöheden im Vorwinter auftreten, dürften dagegen auf das durch innere Faktoren bedingte Vermögen der Pflanzen, sich nach genügend oder mehr als genügend langer Vegetationsperiode für die Überwinterung vorzubereiten, zurückzuführen sein.

Das den Tabellen 7 und 8 zugrundeliegende Pflanzmaterial ist nordischer Herkunft und stammt zu weitaus grösstem Teil aus Schweden und Norwegen; ausserdem enthält es auch einige Provenienzen aus südlicheren Ländern. Eine grössere Anzahl Samenproben aus verschiedenen Ländern, die hier ausgesät und untersucht wurden, ist mir in entgegenkommendster Weise zur Verfügung gestellt worden. Obwohl die Bearbeitung dieses Materials noch nicht abgeschlossen ist, werden hier (Tab. 9) einige vorläufige Ergebnisse mitgeteilt. Trotzdem das deutsche Material in dieser Tabelle kaum und jenes aus Finnland, Frankreich und anderen Ländern nur teilweise berücksichtigt wurde, zeigt die Tabelle doch eine ziemlich gleichmässige Variabilität des Trockensubstanzgehalts, der von Norden nach Süden herabsinkt. Die in der Tabelle angeführten Zahlen sind Mittelwerte aus 4 Serien Doppelproben, deren Trockensubstanzgehalt im Winter 1932—33 ermittelt wurde; die Werte sind miteinander vergleichbar.

**Die Variabilität des Trockensubstanzgehalts innerhalb einzelner Provenienzen.** Im Dezember 1933 wurde der Trockensubstanzgehalt einjähriger Pflanzen bei folgenden 3 Provenienzen untersucht:

Versuchsrevier Svartberget bei Vindeln .....	64°15'	n. Br.
Gut Gryta, 5 km nördlich von Västerås .....	59°39'	»
Haute-Loire, Auvergne, Frankreich .....	45°	»

Die Verteilung des Trockensubstanzgehalts auf verschiedene Pflanzen ist in Fig. 5 graphisch dargestellt.

Der Trockensubstanzgehalt der Nadeln älterer Pflanzen ist u. a. in einer Pflanzschule im Versuchsrevier Kulbäcksliden untersucht worden; dieser Versuch umfasste 3 Provenienzen: 451 Målselv, 331 Torp und 319 Gyltige (vgl. Tab. 32). Von jeder dieser 3 Provenienzen wurden 50 gesunde Pflanzen untersucht; die Verteilung des Trockensubstanzgehalts ist aus Fig. 6 zu ersehen.

Zur Klärung der Frage, ob zwischen Nachkommen eines Mutterbaums Unterschiede im Trockensubstanzgehalt u. dgl. m. bestehen, wurden im Versuchsrevier Svartberget in ungefähr 200 bzw. 300 m Meereshöhe Zapfen von etwa hundert

Überhäutern eingesammelt. Die Bestimmung des Trockensubstanzgehalts einjähriger Pflanzen ergab die in Fig. 7 dargestellte Frequenz. Der Trockensubstanzgehalt war bei Nachkommen der Kiefern aus 200 m Höhe im Durchschnitt 34,61%, aus 300 m Höhe 35,65 % des Frischgewichts. Die Differenz,  $1,04 \pm 0,29$  %, ist sicher-gestellt. Im Herbst 1935 wurde eine Bestimmung des Trockensubstanzgehalts der Nadeln an demselben Pflanzenmaterial, das im Frühjahr verschult worden war, vorgenommen. Diesmal war die Differenz bedeutend geringer, und zwar betrugen die Mittelwerte 37,30 bzw. 37,59 %. Die Differenz  $0,294 \pm 0,146$  übersteigt nur unbedeutend das 2-fache ihres Mittelfehlers.

Die vorstehend zusammengestellten Untersuchungsergebnisse über die Variation und Variabilität des Trockensubstanzgehalts bei Kiefernpflanzen verschiedener Herkunft können wie folgt zusammengefasst werden:

Der Trockensubstanzgehalt nimmt im Herbst zu und behält seinen hohen Wert im Winter;

sein zahlenmässiger Wert ist im Herbst und Winter höher bei Pflanzen nördlicher Herkunft und niedriger bei Pflanzen südlicher Herkunft.

### Zuckergehalt.

Der Zuckergehalt ist seit langem mit der Kältefestigkeit der Pflanzen in enge Verbindung gesetzt worden. MEYER (1928) stellte fest, dass der Zuckergehalt der Nadeln von *Pinus rigida* während der Herbstmonate zunahm, im Winter relativ hoch war, dann im Frühjahr abnahm und im Sommer einen verhältnismässig niedrigen Wert aufwies. Die Nadel von *Pinus silvestris* sind von STEINER (1933) untersucht worden; dieser Verfasser wies nach, dass die Variationen des Zuckergehalts dem osmotischen Wert nahe folgen. Letzterer steigt im Winter, um aber im Frühjahr wieder zu sinken. Nach STEINER beruhen die Variationen des osmotischen Werts im Winter wohl hauptsächlich auf den Veränderungen des Zuckergehalts, so u. a. in den Nadeln der gemeinen Kiefer. Der Zuckergehalt zeigt überhaupt einen engeren Zusammenhang mit der Kälteresistenz als der Trockensubstanzgehalt (vgl. z. B. ÅKERMAN 1927), obwohl diese Regel nicht allgemeingültig zu sein scheint (CONSTANTINESCU 1933). Handelt es sich um die Ausführung einer Bestimmung, die möglichst sichere Auskunft über die Kälteresistenz geben soll, so dürfte die Analyse des Zuckergehalts in erster Linie in Betracht kommen.

**Methode.** Bei einer solchen Analyse wird der Gehalt an reduzierender Substanz nach der Entfernung der wasserlöslichen Eiweisstoffe bestimmt, wobei man den Gehalt an Glukose oder Traubenzucker erhält. Dieselbe Bestimmung wird ferner ausgeführt, nachdem die Probelösung invertiert wird; hierbei erhält man den Gehalt an Gesamtzucker. Die Differenz zwischen den Bestimmungen gibt Aufschluss über den Gehalt an als Glukose bestimmten Rohrzucker. Unter dem Zuckergehalt ist im folgenden, wenn nicht anders ausdrücklich angegeben wird, nur der Gehalt an reduzierenden Stoffen vor der Inversion zu verstehen.

Die Bestimmungen wurden nach HAGEDORN (1921) ausgeführt, und zwar in folgender Weise. Die Proben wurden zunächst in Papiertüten unzerkleinert getrocknet, dann in Wägegläser gebracht und trocken mit einem Glasstab zer-

stossen oder, falls es sich um Nadeln handelte, zerschnitten. Danach wurden sie mit Wasser übergossen, dann mit Glasstab wiederholt bearbeitet und über Nacht stehen gelassen. Am nächsten Morgen wurden die Eiweisstoffe mit  $\text{HgNO}_3$  gefällt. Der ganze Inhalt des Wägeglasses wurde danach in einen 25 ccm-Messkolben, der am Hals mit einer Skala in Zehnteln ccm versehen war, übergeführt. Der Kolben wurde bis zum 25 ccm-Strich mit Wasser gefüllt und sodann soviel ccm Wasser zugesetzt, wie das Trockengewicht der Probe in g betrug. Danach wurde durch einen Filter (Schleicher & Schüll Nr. 602 hart) in gewöhnlichem Trichter filtriert. Nachdem die Lösung den Filter passiert hat, was recht schnell vor sich geht, gelang sie in einen kleinen, Natriumchlorid in Überschuss enthaltenden Erlenmeyerkolben, wobei das in der Lösung befindliche Quecksilber ausgefällt wurde. Zum Schluss filtrierte man durch zwei übereinander angebrachte Trichter, von welchen der obere mit hartem (Nr. 602), der andere mit gewöhnlichem Filtrierpapier versehen war. Um nachzuprüfen, ob die Lösung quecksilberfrei war, wurden die ersten Tropfen des Filtrats in einem Becher mit etwas  $\text{NaCl}$ -Lösung aufgefangen; der Rest, oder soviel man von der Lösung haben wollte, liess man in Erlenmeyerkolben, die später zugedreht wurden, abtropfen. — Die weitere Behandlung wurde genau nach Analysenvorschrift ausgeführt.

Die nach dieser Methode erhaltene reduzierende Substanz ist, wie bereits erwähnt, als Glukose angesehen worden, obwohl keine absolute Gewissheit vorliegt, ob dies wirklich der Fall ist. Bei der Untersuchung hat es sich aber gezeigt, dass die in Proben vorkommende reduzierende Substanz in verschiedenen Konzentrationen ihr reduzierendes Vermögen, nachdem die Eiweisstoffe entfernt sind, genau in derselben Weise ausübte, als wenn sie ausschliesslich aus Glukose bestände.

Da die Bedeutung des Zuckers als direkter Kälteschutz begreiflicherweise von der Konzentration des im Zellsaft enthaltenen Zuckers abhängt, ist der Zucker-gehalt, wenn nicht anders besonders hervorgehoben wird, nach ÅKERMAN (1927) in Prozenten des Wassergewichts (Differenz zwischen Frisch- und Trockenge-wicht) berechnet worden.

**Die Variation des Zuckergehalts im Herbst und Winter.** In gleicher Weise wie der Trockensubstanzgehalt, nimmt auch der Zuckergehalt im Herbst zu. Fig. 8 veranschaulicht die Zunahme des Zuckergehalts im Herbst bei Kiefern-pflanzen von denselben 3 Provenienzen, deren Variationen hinsichtlich des Trocken-substanzgehalts in Fig. 2 wiedergegeben sind.

Bei der Untersuchung des Zuckergehalts einjähriger Kiefern sowie der Nadeln älterer Pflanzen konnten erhebliche Unterschiede zwischen verschiedenen Provenienzen festgestellt werden. Als Beispiel hierfür sei hier ein Teil der Werte ange-führt, die bei der Analyse von 11 im ersten Saatversuch einbegriffenen Provenienzen erhalten worden sind. Aus Tab. 10 geht hervor, dass der Zuckergehalt in Über-einstimmung mit dem Trockensubstanzgehalt (Tab. 7) umso höher ist, je nörd-licher und kälter die Sameneinsammlungsplätze gelegen sind.

Vergleicht man die Mittelwerte der im September—April 1929—30 ausge-führten Bestimmungen des Trockensubstanz- und Zuckergehalts in Pflanzen und Mainadeln für die verschiedenen Provenienzen, so findet man, dass die Werte miteinander gut übereinstimmen (vgl. Tab. 11).

Wie das Verhältnis zwischen Zucker- und Trockensubstanzgehalt mit der Jahreszeit variiert, wird in Fig. 9, die den Zusammenhang zwischen diesen Be-

standteilen für 6 Serien von Jährlingspflanzen 1929—30 wiedergibt, veranschaulicht. Aus der Figur ersieht man, dass die Differenz zwischen südlichen und nördlichen Provenienzen während der Zeit, wo die Abhärtung stattfindet (September—November), am grössten ist. Aus diesem Grunde wurde die Entnahme und die Behandlung der Proben vorzugsweise im Oktober und November vorgenommen.

Da die Beziehungen zwischen Trockensubstanz- und Zuckergehalt von grossem Interesse sind, werden sie hier (Fig. 10) an einer grösseren Anzahl Provenienzen demonstriert. Diese Provenienzen stellen eine Serie von Proben dar, die in der Zeit vom 30/9 bis 2/10 1910 behandelt wurden und sowohl einjährige Pflanzen, als auch einjährige Nadeln von 1—2 Jahre älteren Pflanzen umfassten. In diesem Fall wird der Zuckergehalt durch den Gesamtzucker, also nicht durch Glukose, vertreten, wodurch übrigens kein grösserer Unterschied entsteht (vgl. unten). In dieser Figur sind die die Werte der Einzelproben angebenen Punkte miteinander durch gerade Linien verbunden; die beiden Endpunkte jeder Linie bezeichnen also eine Einzelprobe. Die Figur gibt eine Vorstellung von den Variationen des Trockensubstanzgehalts und des Gehalts an Gesamtzucker in den Doppelproben. Sie besagt, dass der Zusammenhang zwischen Trockensubstanz- und Zuckergehalt positiv und recht genau ist; die einzige grössere Abweichung zeigt eine Probe von einjährigen Pflanzen aus Sibirien, östlich vom Baikalsee. Die übrigen Proben sind sämtlich europäischer Herkunft, vorwiegend aus dem Norden. Auch innerhalb der Doppelproben ist ein deutlicher positiver Zusammenhang zwischen Trockensubstanz- und Zuckergehalt in den meisten Fällen nachweisbar, übrigens ganz natürlich, da ja der Zuckergehalt im Verhältnis zum Wassergewicht der Proben angegeben wird.

**Die Variation und Variabilität des Rohrzuckers.** Auch der Rohrzucker nimmt im Herbst zu, und zwar im wesentlichen in derselben Weise, wie dies für den Glukosegehalt vorstehend gezeigt wurde. Diese Zunahme geschieht etwas schneller bei Pflanzen nördlicher Provenienz. Die Differenzen zwischen verschiedenen Provenienzen der Kiefer, im Gegensatz zu den entsprechenden Verhältnissen bei der Fichte, sind stets recht unbedeutend. Die Variation des Rohrzuckers wird in Tab. 12 erläutert; sie enthält folgende 3 Kiefernprovenienzen: Svanstein in Norrbotten, Kinnared in Halland und Lenti in Ungarn. Die Schwankungen des Rohrzuckerhalts sind ferner aus Fig. 8 zu ersehen.

**Die Abhängigkeit des Trockensubstanzgehalts vom Zuckergehalt.** Wie vorstehend erwähnt, hat STEINER (1935) gefunden, dass der Zuckergehalt für die Variationen des osmotischen Werts in Kiefernadeln während der Winterzeit von entscheidender Bedeutung ist. Es ist daher von Interesse, folgende Frage näher zu beleuchten: Welchen Anteil hat der im Winter variierende Zuckergehalt an den Variationen des Trockensubstanzgehalts während derselben Zeit?

Die Antwort auf diese Frage dürfte in den Werten der Tab. 13, die den Trockensubstanzgehalt einjähriger Kiefern nach Abzug des Zuckergehalts zeigt, zu suchen sein. Die ursprünglichen Trockensubstanzwerte gibt Tab. 7 wieder. Beim Vergleich findet man in bester Übereinstimmung mit STEINERS Feststellung, dass der grössere Teil der im Herbst stattfindenden Zunahme des Trockensubstanzgehalts auf die zu dieser Zeit steigende Zuckermenge zurückzuführen ist.

Tab. 14 zeigt den Zuckergehalt zu verschiedenen Jahreszeiten, ausgedrückt

in % des Trockengewichts. Der Zusammenhang zwischen dem so angegebenen Zuckergehalt und dem Trockensubstanzgehalt abzüglich des Zuckers wird in Fig. 11 für verschiedene Jahreszeiten dargestellt.

Eine in gleicher Weise durchgeführte Untersuchung der einjährigen Nadeln auf Zucker- und Trockensubstanzgehalt (s. Tab. 15) zeigt einen deutlichen Unterschied im Vergleich zu einjährigen Pflanzen. Der von September bis November zunehmende Trockensubstanzgehalt wird nur wenig von der gleichzeitigen Zunahme des Zuckergehalts beeinflusst. Während des eigentlichen Winters dagegen scheinen die Variationen der gesamten Trockensubstanz sowohl in Nadeln als in Pflanzen in der Hauptsache von den Variationen der Zuckermenge abhängig zu sein.

Aus Tab. 14 und 16 geht hervor, wie der Anteil des Zuckers an gesamtem Trockensubstanzgehalt in Nadeln und Jährlingspflanzen in etwa derselben Weise variiert.

Besondere Beachtung verdient hierbei der Umstand, dass der Trockensubstanzgehalt, auch abzüglich des Zuckers, bereits im September sowie später während des ganzen Winters und Frühjahrs eine, je nach der Provenienz der untersuchten Pflanzen sehr deutliche Variabilität zeigt. Dies geht aus Tab. 13 bzw. 15 hervor. Sowohl für die untersuchten Pflanzen, als auch für die Nadeln sind die Differenzen am grössten in Herbst, später nehmen sie ab.

Die ausgeführten Untersuchungen über die Variation und Variabilität des Zuckergehalts stimmen in grossen Zügen mit jenen des Trockensubstanzgehalts überein, und zwar weil

der Zuckergehalt im Herbst und Winter ebenfalls steigt, um im Frühjahr wieder zu sinken, und weil er

bei Kiefernpflanzen nördlicher Herkunft im Herbst einen verhältnismässig hohen Wert aufweist.

### Übrige analysierte Bestandteile.

Als Ergänzung zu den Bestimmungen des Trockensubstanz- und Zuckergehalts sind auch einige andere Bestimmungen an einer Anzahl ausgewählter Provenienzen ausgeführt worden. Das Material bestand aus einjährigen Nadeln von 5jährigen, in eine grössere Pflanzschule bei Experimentalfältet parzellenweise verschulten Kiefernpflanzen (vgl. Tab. 17).

**Glukose und Rohrzucker.** Bezüglich des Zuckergehalts findet man keine grösseren Differenzen. Man erhält allerdings höhere Werte für nördlichere Provenienzen, wenn die Werte in Prozenten des Wassergehalts umgerechnet werden. Eine Ausnahme stellen jedoch die nordnorwegischen Provenienzen 450 und 453 dar, die einen etwas geringeren Zuckergehalt als es zu erwarten wäre, aufweisen, eine Tendenz, die sich auch bei anderen Bestimmungen bemerkbar gemacht hat. Der Gehalt an Zucker erfährt nach der Inversion keine grössere Veränderung, zeigt aber eine merkliche Steigerung vom 30. November bis zum 16. und 17. Dezember.

**Extrahierbare Stoffe.** Eine ähnliche Steigerung ist auch bei mit Petroläther oder Chloroform extrahierbaren Stoffen wahrzunehmen. Der Petrolätherextrakt, der oft schlechthin als »Fett« bezeichnet wird, zeigt auch eine sehr markante Varia-

bilität bei verschiedenen Provenienzen (s. Fig. 12). Die nordnorwegischen Provenienzen zeichnen sich durch eine im Vergleich mit anderen untersuchten Provenienzen auffallend grosse Menge von mit Petroläther extrahierbaren Stoffen aus. Möglicherweise ist hierin eine Bestätigung für die Annahme zu suchen, dass der »Fett«-Gehalt für die Kälteresistenz von Bedeutung sei und dass mithin die Resistenz bei Pflanzen verschiedener Provenienz auf verschiedene Art erreicht werden könne.

Dieselbe Tendenz trat bei anderen Bestimmungen von extrahierbaren Stoffen in Erscheinung. Bei einer Untersuchung von Nadeln aus einer Pflanzschule im Versuchsrevier Tönnersjöheden wurden die in Tab. 18 angegebenen Mengen von mit Petroläther, Äther oder Chloroform extrahierbaren Stoffen erhalten (vgl. auch Tab. 19).

**Der Gesamtstickstoff** zeigt eine Steigerung bei der zweiten Probeentnahme (vgl. SATTLER 1929), sowie auch eine recht deutliche Tendenz, mit zunehmendem Trockensubstanzgehalt zu steigen.

**Der Aschengehalt** weist kaum eine merkliche Variation oder Variabilität auf; möglicherweise kann eine gewisse Neigung zur Abnahme des Aschengehalts bei nördlichen Provenienzen verspürt werden.

**Die »Pflanzenfasern«**, die aus Zellulose und Lignin bestehen, zeigen eine unzweideutige Neigung zur Variabilität, indem die nördlichen Provenienzen einen im Verhältnis zum gesamten Trockensubstanzgehalt geringeren Gehalt an diesen Stoffen enthalten. Diese Differenz ist jedoch nicht ausreichend, um den höheren Gehalt an jenen Stoffen, die mit dem steigenden Trockensubstanzgehalt zunehmen, auszugleichen. Daher zeigen die in der letzten Spalte der Tab. 17 mitgeteilten, aber nicht näher bezeichneten Reste eine recht deutliche Zunahmetendenz bei südlichen Provenienzen. Diese Reste bestehen aus Stoffen, die beim Kochen in 1%-iger Schwefelsäure und 1%-iger Kalilauge gelöst wurden.

#### Katalasegehalt.

Wie oben erwähnt (S. 430), ist es festgestellt worden, dass der Katalasegehalt der Kiefernadeln im Winter zunimmt. Ferner hat man gefunden, dass ein höherer Katalasegehalt in gewissen Fällen für resistenteren Getreidesorten charakteristisch ist.

Von Interesse in diesem Zusammenhang ist die Beobachtung, dass der Samen aus nördlichen Gegenden oder Hochlagen sich durch verhältnismässig hohen Katalasegehalt auszeichnet (IWANOW & LISCHKEWITSCH 1928, LISCHKEWITSCH & PRIZEMINA 1929). Bei diesen Beobachtungen handelt es sich um Samen von gewissen Gersten- und Weizensorten, die zu vergleichenden Kulturen in verschiedenen Orten in Russland verwendet wurden. Auch für Kiefernnsamen konnte SCHMIDT (1930 b) eine entsprechende Veränderung des Katalasegehalts, je nach dem Herkunftsort des Saatguts, nachweisen.

**Methodik.** Zum Unterschied von den von SCHMIDT u. a. ausgeführten Katalasebestimmungen, bei welchen das Volumen des aus einer bestimmten Menge Wasserstoffsuperoxyd durch Einwirkung der Katalase freigesetzten

Sauerstoffs gemessen wird, habe ich mich einer von MYRBÄCK & MYRBÄCK (1931) beschriebenen Methode bedient. Diese Methode ist teils einfacher und erfordert kleinere Apparatur, teils dürfte sie auch genauere Werte liefern. Sie besteht im wesentlichen darin, dass eine, die fein zerkleinerte Probe enthaltende Phosphatlösung bis 0° abgekühlt und sodann einer Wasserstoffsuperoxydlösung von gleicher Temperatur zugesetzt wird; unmittelbar danach, sowie nach Verlauf von 5, 10 und 15 Minuten, werden Proben entnommen, die mit Permanganatlösung titriert werden.

Das Material für die Bestimmungen bestand aus gesunden Pflanzen, die nach Zusatz von neutralem Phosphat — dies geschah mit Rücksicht auf die grosse Empfindlichkeit der Katalase für Veränderungen der Azidität (Optimum bei pH = 7,3) — zermahlen wurde.

In Tab. 20 wird der Katalasegehalt (= dem monomolekularen Reaktionskoeffizienten) je g des Frisch- bzw. Trockengewichts angegeben.

Die ausgeführten Bestimmungen, die, obwohl gering an der Zahl, aus einem weit ausgedehnten Teil des Verbreitungsgebiets der Kiefer herstammenden Pflanzen umfassen, zeigen, dass die Variation des Trockensubstanz- und Katalasegehalts sehr gut übereinstimmen (s. Fig. 13). Die Pflanzen nördlicher Provenienz enthalten nämlich im Herbst und Winter mehrfach so viel Zucker, wie die Pflanzen südlicher Herkunft. Von sämtlichen, bisher untersuchten Stoffen zeigt die Katalase die im Verhältnis grössten Differenzen zwischen Kiefernpflanzen nördlicher und südlicher Provenienz.

### Winterfärbung und Chlorophyllgehalt.

**Rote Winterfärbung.** Mit Ausnahme von den stets blaugrünen Pflanzen südfranzösischer und spanischer Provenienz (var. *aquitania* SCHOTT) nehmen sämtliche Provenienzen einen mehr oder weniger violettroten bis mahagonibraunen Farbton an. Dabei verfärben sich die südlichsten Provenienzen nur schwach und nur an Nadelspitzen oder, wenn die Pflanzen sehr dicht stehen, fast gar nicht. Je nördlicher die Herkunft, umso intensiver ist in der Regel die Winterfärbung und umso weiter streckt sie sich gegen die Nadelbasis aus. Die meist auffallende Farbenveränderung ist bei hochnordischen Provenienzen, sowie bei sibirischen Pflanzen, die aus dem Hochland östlich vom Baikalsee herkommen und deren beachtenswert hoher Zuckergehalt bereits erwähnt wurde (vgl. S. 439), beobachtet worden. Dieselben Kiefernpflanzen, die nach und nach die intensivste Winterfärbung annehmen, sind auch die ersten, bei denen die Verfärbung nach den ersten Herbstfrösten beginnt.

**Gelbe Winterfärbung.** Die typische Winterfärbung von 2- und mehrjährigen Pflanzen ist, wie erwähnt, eine mehr oder weniger weitgehende Gelbfärbung. Diese Art der Winterfärbung, die gleichfalls am deutlichsten bei hochnordischen Pflanzen in Erscheinung tritt (CIESLAR 1899, ENGLER 1908), ist von ENGLER (1913) ausführlich beschrieben worden. Auch bezüglich der gelben Winterfärbung bestehen Unterschiede zwischen verschiedenen Provenienzen, und zwar je nördlicher, kälter oder kontinentaler (SCHMIDT 1930 a) der Herkunftsort des Samens, umso intensiver die Gelbfärbung. Wie auch bei der roten Winterfärbung einjähriger Pflanzen, bildet var. *aquitania* auch hier eine auffallende Ausnahme, indem sie immer blaugrün verbleibt.



**Variabilität des Chlorophyllgehalts.** Spektrometrische Bestimmungen sind unter Leitung von Prof. LUNDEGÄRDH in seinem Laboratorium gemacht worden.

Die in Tab. 21 angeführten Bestimmungen wurden im März 1934 ausgeführt. Da mir eine Lösung mit bekanntem Chlorophyllgehalt nicht zur Verfügung stand, werden in der Tabelle nur die ermittelten Absorptionswerte, umgerechnet für dasselbe Frischgewicht und dieselbe Schichtstärke bei einer bestimmten Verdünnung, mitgeteilt.

Aus den Werten der Tab. 21 geht hervor, dass je nördlicher und kälter die Herkunftsorte der Provenienzen gelegen sind, umso geringer ist der Chlorophyllgehalt. Diese Abnahme des Chlorophyllgehalts ist auffallend regelmässig (Fig. 14).

Derartige Differenzen im Chlorophyllgehalt wie im Winter kommen im Sommer nicht vor. Im Gegenteil scheint es auf Grund der in Tab. 22 angeführten Werte, als ob der Chlorophyllgehalt in Nadeln nördlicher Provenienzen im Sommer höher wäre. Es sei ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, dass die in dieser Tabelle als »2jährige Nadeln« bezeichneten Proben von denselben Stellen an der Pflanze entnommen wurden, wie seinerzeit die in Tab. 21 als »1jährige Nadeln« bezeichnete Proben. Leider sind jedoch die Werte der Tab. 21 und 22 nicht direkt vergleichbar, da sie mit verschiedener Apparatur ermittelt wurden.

Die Untersuchungen haben immerhin bereits ergeben, dass die Intensität der Winterfärbung bei verschiedenen Provenienzen mit dem Chlorophyllgehalt in Verbindung steht. Dieses setzt aber eine Saisonveränderung des Chlorophyllgehalts voraus. In guter Übereinstimmung hiermit steht die Feststellung von LIPPMAA (1925), wonach der Chlorophyllgehalt in gelbgrünen »frühlinggefärbten« Blättern der *Saxifraga crassifolia* geringer ist als in Blättern von normaler grüner Farbe.

Die in diesem Kapitel zusammengestellten Angaben über die nachgewiesenen Unterschiede bei Kiefernpflanzen verschiedener Herkunft zeigen, dass die Pflanzen nördlicher Herkunft sich durch einen verhältnismässig hohen Gehalt an Trockensubstanz (% des Frischgewichts), Zucker (% des Wassergewichts), mit Petroläther extrahierbaren Stoffen (% des Trockengewichts) sowie an Katalase auszeichnen. Gleichzeitig zeigen sie eine gewisse Zunahme des Gesamtstickstoffs (% des Trockengewichts), dagegen aber einen geringeren Gehalt an »Pflanzenfasern« (% des Trockengewichts) sowie an mit schwacher Säure und Lauge extrahierbaren Stoffen. Sie zeichnen sich ferner durch intensive Winterfärbung aus, die wenigstens in Nadeln von mehrjährigen Pflanzen mit einem auffallend geringen Chlorophyllgehalt verknüpft zu sein scheint.

Die Variabilität des Trockensubstanzgehalts stimmt im wesentlichen mit jener der übrigen untersuchten Stoffe überein; dabei ist die Korrelation, mag sie positiv oder negativ, linear oder nicht linear sein, in der Regel sehr deutlich. Man dürfte daher mit voller Berechtigung den physiologischen Allgemeinzustand verschiedener Provenienzen, sofern dieser mit dem Grade ihrer Winterbereitschaft zusammenfällt, durch ihren Trockensubstanzgehalt ausdrücken lassen.

## KAP. 5. Vergleichende Anbauversuche mit Kiefernpflanzen unter verschiedenen klimatischen Bedingungen.

Bei früheren Versuchen nachgewiesene Differenzen zwischen verschiedenen Provenienzen von Kiefer und anderen Holzarten.

Eine kurze Zusammenstellung über die wichtigsten von diesen Unterschieden wird nachstehend angeführt. Es wird nicht beabsichtigt, einen vollständigen Bericht über alle in der Literatur enthaltenen Angaben zu geben, sondern nur das Problem durch Beispiele zu erläutern. Selbstverständlich werden nur jene Unterschiede berücksichtigt, die bei unter gleichen äusseren Bedingungen erzogenen Bäumen und Pflanzen festgestellt werden konnten.

**Überwinterungsvermögen.** Die Zahl der übriggebliebenen Pflanzen auf nördlich belegenen Versuchsflächen dürfte teils von der Kälteresistenz, teils von der verschiedenen Widerstandskraft gegen Pilzinfektion, namentlich Schneeschütte, abhängig sein; hierbei dürfte auch das wechselnde Vermögen der Pflanzen, die Transpiration zu begrenzen (IWANOFF 1924) und unter Umständen den osmotischen Wert zu regulieren (WALTER 1931), eine gewisse Rolle spielen. Auf südlicheren Versuchsflächen dürfte die Kieferschütte als eine wichtige Ursache des Pflanzenausfalls zu bezeichnen sein (vgl. LAGERBERG 1913), eine gewisse Bedeutung dürfte in diesem Zusammenhang auch der verschiedenen Resistenz gegen Dürre zukommen (SCHMIDT 1929 b). Eine südliche Provenienz, angebaut in nördlichen Gegenden, leidet in der Hauptsache unter Früh- und Winterfrösten, so z. B. Kiefernpflanzen aus Spanien, Ungarn usw. bei Experimentalfältet. Eine nördliche, im Süden angepflanzte Provenienz ist dagegen zufolge ihres frühzeitig einsetzenden Wachstums dem Spätfrost ausgesetzt (vgl. MAYR 1900, HAGEM 1931). So berichtet BURGER (1931), dass die alpinen und nordischen Provenienzen auf schweizerischen Versuchsflächen von Früh- und Winterfrost am wenigsten beschädigt wurden, während sie unter Spätfrost sämtlich Schaden litten. Über die Folgen eines Frostes Ende Mai 1911 berichtet KIENTZ (1922): am meisten beschädigt wurden dabei die Pflanzen aus der Pfalz und Bulgarien, während die Pflanzen aus Jokkmokk völlig verschont blieben; die übrigen Provenienzen verteilten sich bezüglich des erlittenen Frostschadens zwischen diesen beiden Extremen. Verschiedene Kälteresistenz im Herbst und Winter konnte auch bei den Versuchen in Experimentalfältet (vgl. S. 421) für verschiedene Kiefernprovenienzen nachgewiesen werden; dabei litten bei einer gewissen Temperatur die nördlichen Provenienzen weniger als die südlichen.

Natürlich entstandene Kiefern werden nur selten von Frost beschädigt (vgl. ANDERSSON 1905, LANGLET 1929 a).

Es ist von Interesse zu erwähnen, dass bereits LINNÉ in seinem Arboretum svecicum (1759) auf die Kälteempfindlichkeit bei verschiedenen Provenienzen einer Pflanzenart hingewiesen hat. Er sagt nämlich, »dass die aus Frankreich zu uns eingeführten Eiben an Winterkälte eingehen, während unsere eigenen Eiben dieselbe leicht ertragen können« (nach HESSELMAN 1907).

Die Abhängigkeit der Kälteresistenz von der Herkunft ist ferner u. a. bei folgenden Pflanzenarten beobachtet worden: Kiefer und *Rhododendron* (HOOKER fil. bei DE CANDOLLE 1855, vgl. NÄGELI 1865), Fichte (BLOMQUIST 1882—83, ENGLER 1905, 1908), Eiche (ARNDT 1895, CIESLAR 1923, SMITH 1925), Ulme und

Ahorn (ÖRTENBLAD 1901), *Pinus nigra* (CIESLAR 1907), Erle (BANSI 1924, DREYER 1928), *Juniperus virginiana* und *Magnolia hypoleuca* (ILVESSALO 1926), Douglas- und Sitkafichte (OPPERMANN 1929 a), die beiden letzteren sowie *Abies nobilis*, *Chamaecyparis Nootkaensis*, *Thuja plicata* und *Tsuga heterophylla* (HAGEM 1931) und *Pinus resinosa*, »Norway pine« (BATES 1930).

**Periodizität.** Der Kälteresistenz nächststehend ist die Periodizität. Ein zeitiger abgeschlossenes Wachstum ermöglicht nämlich eine bessere »Reife« der Triebe, die ihrerseits die Vorbedingung für die erforderliche Festigkeit darstellt (CHANDLER 1913, HAUCH & KÖLPIN RAVN 1915, BERNATSKY 1916 u. a. m.). WIBECK (1912) wies den Unterschied im Reifegrad der Kiefernzweige schwedischer und deutscher Herkunft durch Behandlung mit Wasser nach; es zeigte sich, dass die Rinde löste sich leichter bei den Zweigen von deutschen Kiefern.

Als allgemeine Regel kann gesagt werden, dass die nördlichen bzw. die alpinen Provenienzen zeitiger im Frühjahr austreiben — dieses ist besonders deutlich in Hochlagen sowie in nördlich gelegenen Orten — und ihren Wachstum früh im Spätsommer oder Herbst abschliessen. Dies ist u. a. von CIESLAR (1887 bis 1907) für Kiefer, Fichte und Lärche und von ENGLER (1905) ausserdem auch für Ahorn festgestellt worden. Nach HAUCH (1915), der dieselbe Feststellung für die Eiche machte, sind die Differenzen in der Laubausbruchzeit recht unregelmässig (vgl. auch OPPERMANN 1929 b). Eine Tendenz bei den Blättern kontinentaler Eichenprovenienzen zeitiger im Herbst zu vergilben, wird von CIESLAR (1923) erwähnt. Sehr auffallend ist es, dass die Ausbildung der Gipfelknospen im Herbst bei südlichen Kiefernprovenienzen nach Übertragung in kälter gelegene Orte nicht normal vor sich geht (vgl. TURSKI 1878 sowie auch ENGLER 1913).

Die Länge der Wachstumsperiode scheint bei der Kiefer verschiedener Provenienz von inneren Faktoren bedingt zu sein (BURGER 1926), während dagegen der Beginn des Wachstums von äusseren Faktoren beeinflusst wird (vgl. auch ROMELL 1925).

**Wachstumsgeschwindigkeit.** Es ist einleuchtend, dass die Dauer der Wachstumsperiode mit dem Zuwachs, der während dieser Periode erzeugt werden kann, eng zusammenhängt. Die »Deutschkiefer« zeichnet sich in Schweden durch ein sehr schnelles Wachstum in den ersten Jahren, das allerdings bald allmählich nachlässt, aus (vgl. WIBECK 1912). Bei früheren Provenienzversuchen wurde oft in erster Linie das Höhenwachstum registriert; hierbei wurden Differenzen in Wachstumsgeschwindigkeit für Kiefer und Fichte (vgl. auch BORNEBUSCH 1935), sowie auch für verschiedene Provenienzen von *Pseudotsuga Douglasii* (MÜNCH 1923, 1928) festgestellt.

**Wuchsform.** Auch die Wuchsform steht im Zusammenhang mit der Periodizität und der Wachstumsgeschwindigkeit. Stammkrümmungen und abnorme Zweigstellung bei Pflanzen, die in eine, im Vergleich zum Herkunftsort nördliche und kalte Gegend gebracht werden, sind sicher auf die mangelnde Kälteresistenz in der Wachstumszone zurückzuführen (vgl. SORAUER 1906, HAUCH 1908, 1916). Das Kambium ist oft das frosthärteste Gewebe (ROBERTS 1922) und hier vollzieht sich auch jene Aufspeicherung von u. a. Zucker (ANDERSEN 1929, GARDNER 1929) und Kolloiden (DUNN & BAKKE 1926), die die Gewebe während der Abhärt-

ung kennzeichnet. DAY (1931) hält die Frostschäden im Kambium der Lärche für die Primärursache des Krebsbefalls (*Dasyscypha*).

Die schlechte Stammform ist indessen nicht allein für die Kiefernprovenienzen auszeichnend, die in für sie nördlich oder hoch gelegenen Lokalen angebaut werden (vgl. WIBECK 1912, ENGLER 1913, SCHOTTE 1923 a), sondern auch für die Kiefer nördlicher Herkunft, wenn sie weit genug nach Süden übertragen wird (ENGLER 1913, SAMOFAL 1925, WIEDEMANN 1930; betr. der Fichte vgl. SCHMIDT 1929 c).

Abweichungen von der normalen Wuchsform scheinen also ein Kriterium dafür zu sein, dass Kiefernpflanzen bestimmter Provenienz in einen Ort verpflanzt wurden, dessen klimatische Verhältnisse ihnen nicht zusagen. Die Krummschaftigkeit bei südlichen Provenienzen in nördlichen Gegenden rührt offenbar, wie erwähnt, von Frostschäden, namentlich im Herbst und Winter, her; die Ursache der schlechten Wuchsform bei nördlichen, nach Süden übertragenen Pflanzen ist möglicherweise bis zu einem gewissen Grade in der Wirkung der Frühjahrsfröste, wohl aber auch in Lichtverhältnissen und eventuell auch in mangelnder Resistenz gegen Sommertrockenheit zu suchen.

**Nadelform.** Die Länge der Nadeln ist für verschiedene Provenienzen charakteristisch und ist daher bei Kulturversuchen oft berücksichtigt worden. Die Nadeln südlicher Provenienzen sind in der Regel länger und zarter (Turski 1878, CIESLAR 1899, SCHOTT 1904, ENGLER 1905, SCHOTTE 1905 u. a.) samt schwerer (SCHOTT 1904, für Fichte BORNEBUSCH 1935). Die nördlichen und die alpinen Kiefernprovenienzen zeichnen sich durch kürzere, zugleich aber breitere Nadeln aus (DENGLE 1908, GRAHLE 1933, JACCARD & FREY-WYSSLING 1935, vgl. auch SYLVÉN 1916).

Die kennzeichnenden Merkmale für Fichtennadeln alpinen Provenienzen nach ENGLER (1905) sind: weniger abgeplattete Form, geringere Zellengrösse, dickere Zellennetze, reichlichere Wachsausscheidung, bessere Ausbildung der Epidermis und der darunter liegenden Zellschicht, sowie gröberer Zentralzylinder. Als Ergebnis einer anatomischen, Kiefernadeln aus verschiedenen Teilen Russlands umfassenden Untersuchung teilt SOKOLOFF (1928) mit, dass der Querschnitt der Nadeln, die Zahl der Harzgänge (vgl. auch SCHWARZ 1934) und deren Durchmesser ohne Zusammenhang mit der geographischen Lage variiert. Dagegen zeigt die Stärke der Epidermis und des Hypoderm sowie die Ausbildung des Zentralzylinders eine den klimatischen Bedingungen parallele Variation (vgl. auch ÖRTENBLAD 1888, GRAHLE 1933).

Weitere, bisher festgestellte Differenzen betreffen folgende charakteristische Merkmale.

Die **Zahl der Zweige** je Quirl ist geringer und die Zweige selbst sind kürzer bei nördlichen Kiefernprovenienzen (SCHOTTE 1914).

Die **Zapfengrösse** scheint bei nördlichen und östlichen Provenienzen der Fichte im Vergleich zu mitteleuropäischen Provenienzen geringer zu sein (BORNEBUSCH 1935).

Das **Samengewicht** erwies sich geringer bei nördlichen als bei südlichen Fichtenprovenienzen (BORNEBUSCH 1935).

Die **Rindenstärke** der Maitriebe ist grösser bei Fichtenpflanzen alpinen Provenienz (ENGLER 1905).

Das **Wurzelsystem** ist bei Fichtenpflanzen alpiner Provenienz verhältnismässig kräftiger ausgebildet als bei Pflanzen aus tiefer gelegenen Gegenden (CIESLAR 1899, ENGLER 1905), ein Merkmal, das für alpine Gewächse charakteristisch ist (vgl. z. B. SENN 1925). SCHOTT (1904) fand bei finnischen Kiefernpflanzen ein, im Vergleich zu mitteleuropäischen Provenienzen, üppig entwickeltes Wurzelsystem.

Das **spezifische Gewicht des Holzes** fand DENGLE (1908) grösser bei der bei Eberswalde erzogenen Kiefer von Tavastehus als bei Heimatsprovenienzen. CIESLAR (1899) stellte dagegen bei Mariabrunn fest, dass das spezifische Gewicht des Stammholzes bei schwedischer Kiefer geringer war als jenes bei österreichischer Kiefer, wahrscheinlich infolge der für die schwedische Kiefer zu warmen Sommer; ein allzu warmer Sommer bringt nach CIESLAR (1907 *b*) eine Verschlechterung der Holzqualität mit, indem nämlich weniger und dünnwandigere Spätholzzellen ausgebildet werden.

Die **Festigkeit des Holzes** ist nach SCHMIDT (1930 *a*) grösser bei der Kiefer aus Kurland und Ostpreussen als bei der pfälzischen Kiefer.

Die **Resistenz gegen Trockenheit** ist bei verschiedenen Kiefern- (SCHMIDT 1929 *b*) und Fichtenprovenienzen (CIESLAR 1907 *a*) verschieden. Alpine und nordische Provenienzen scheinen hierbei unterlegen zu sein.

### Bericht über Pflanzungsversuche vom Jahre 1931.

Das verwendete Pflanzenmaterial bestand aus 2jährigen unverschulten Pflanzen, die bei Experimentalfältet aus Samen erzogen wurden. Pflanzungsflächen wurden nach Skällås im Versuchsrevier Tönnersjöheden, Stormyrjtälén im Versuchsrevier Kulbäcksliden, sowie nach Gällivare verlegt. Die Pflanzungsfläche bei Skällås ist auf Ackerboden, die Fläche bei Stormyrjtälén auf Waldboden (Moräne oberhalb der marinen Grenze) samt jene bei Gällivare auf abgeplagtem Grasboden angelegt worden. In bezug auf die Bodenart sind also die Flächen nicht vergleichbar, was übrigens schon auf Grund der Einwirkung des Klimas auf die Umsetzungen im Boden ausgeschlossen ist; dieser Übelstand dürfte jedoch in Anbetracht der grossen klimatischen Unterschiede der Versuchsorte von untergeordneter Bedeutung sein.

Die Pflanzung wurde reihenweise bei einem Pflanzenstand in den Reihen von 20 und einem Reihenabstand von 30 cm ausgeführt. Jede Fläche umfasste etwas über 20 Provenienzen mit je ca. 500 Pflanzen. Da jede Reihe 100 Pflanzen enthielt, entfiel auf jede Provenienz 5 (in Skällås 6 etwas kürzere) Reihen. Um die Einwirkung der Ungleichmässigkeiten bezüglich der Boden- und Lichtverhältnisse zu vermeiden, wurden die Flächen in 5 bzw. 6 Abteilungen geteilt, von welchen jede sämtliche Provenienzen enthielt. Die für die Bepflanzung der verschiedenen Versuchsflächen verwendeten Provenienzen sind in der Tab. 23 (vgl. auch Tab. 32 und Fig. 34) in derselben Ordnungsfolge, wie sie innerhalb der Abteilungen vorkommen, angeführt. Diese Tabelle gibt ferner Aufschluss über die Zahl der im Herbst 1931 und im Herbst 1934 lebenden Pflanzen.

**Die Zahl der lebenden Pflanzen, deren Zustand, Höhe und Nadelform im Jahre 1934.** Die Ergebnisse der Revisionen werden in den Tabellen 24—25 mitgeteilt. In den beiden Tabellen sind die Provenienzen nach dem sin-

kenden Trockensubstanzgehalt gemäss den bei Experimentalfäلتet erhaltenen »Normalwerten« geordnet (vgl. Tab. 23).

Die Revisionsergebnisse im Herbst 1934 sind in den Fig. 15—18 graphisch dargestellt und veranschaulichen in dieser Form die Variabilität besser als alle Beschreibungen. Zu diesem Zeitpunkt, drei Jahre nach der ersten Revision, hatten die Pflanzen bereits 6 Vegetationsperioden hinter sich, wovon 4 nach dem Verschulen. Fig. 16 zeigt das Prozent fehlerfreier Pflanzen. Der Verlauf der ausgeglichenen Kurven stimmt im wesentlichen mit jenem in Fig. 15 überein, obwohl erstere Kurven etwas niedriger verlaufen. Besonders bemerkenswert in dieser Figur ist die für die Fläche in Tönnersjöheden sehr auffallende Tendenz der Pflanzenzahl, mit steigendem Trockensubstanzgehalt zu sinken. Hier liegt also ein Beispiel für die verschlechterte Wuchsform, die für nördliche, nach Süden versetzte Provenienzen charakteristisch ist, vor. Diese Erscheinung wurde besonders von WIEDEMANN (1930) erläutert.

Wie aus der Tab. 25 zu entnehmen ist, wechselt die Nadellänge von Fläche zu Fläche sehr bedeutend. So haben die Pflanzen auf der Probefläche bei Tönnersjöheden auffallend kurze Nadeln. Um die Nadellängen vergleichen zu können, wurde die durchschnittliche Nadellänge bei 10 auf allen Flächen verhältnismässig reichlich vertretenen Provenienzen, nämlich 269, 271, 288, 323, 324, 325, 450, 451, 452 und 454, für jede der drei Flächen besonders berechnet. Die Nadellänge für jede einzelne Provenienz ist danach in Prozenten der Mittellänge für die 10 ausgewählten Sorten der betreffenden Fläche in Fig. 18 angegeben worden.

Die ausgeglichenen Kurven sind nicht berechnet, sondern in sämtlichen Figuren geschätzt worden.

Trotz der nicht unbedeutenden Unterschiede im Verlauf der ausgeglichenen Kurven in den vier Abbildungen, findet man nicht desto weniger im wesentlichen übereinstimmende Züge. Die Kurven zeichnen sich in der Regel durch ein mehr oder weniger jähes Herabsinken beim Unterschreiten eines gewissen Trockensubstanzgehalts, der umso höher ist je nördlicher die Fläche gelegen ist.

Das Studium des Verlaufs des abfallenden Teils der Kurven in Beziehung zu jenem Kurvenpunkt, der die Heimatprovenienz der Fläche repräsentiert, ist von grossem Interesse. Die Heimatprovenienz der Flächen kann man entweder durch geographisch nächste Provenienz vertreten lassen, oder auch den Trockensubstanzgehalt für die Heimatprovenienzen der drei Flächen nach dem unten (S. 458) beschriebenen Verfahren berechnen. Im ersten Fall können als Heimatprovenienzen für Tönnersjöheden 319 Gyltige, für Kulbäcksliden 323 und 324 samt für Gällivare 267 Storbäcken betrachtet werden. Die letztgenannte Provenienz ist allerdings etwas zu südlich. Berechnet man den Trockensubstanzgehalt für die Heimatprovenienz jeder Versuchsfläche, so erhält man folgende Werte; für Tönnersjöheden 35,6 %, für Kulbäcksliden 39,1 % und für Gällivare 40,6 %. In den Kurventafeln sind diese Werte durch Querstriche über die entsprechenden Kurven gekennzeichnet.

Beim Betrachten der ausgezogenen Kurven finden wir, dass die Heimatprovenienzen für Gällivare und Kulbäcksliden oberhalb und rechts von dem steil abfallenden Teil der Kurven liegt, während jene für Tönnersjöheden gerade in diesem Kurventeil sich befindet (vgl. Fig. 15—18).

Die gestrichelten Kurven für Tönnersjöheden sind durch Umrechnung der Werte von drei anderen Versuchsflächen an der Westküste Schwedens erhalten worden. Beim Vergleich mit den entsprechenden Kurven für Kulbäcksliden und

Gällivare zeigt es sich, dass die gestrichelten Kurven für Tönnersjöheden mit den erstgenannten besser harmonieren. Aus diesem Grunde halte ich es für berechtigt, die gestrichelten Linien als der Wirklichkeit mehr entsprechend zu betrachten. Im folgenden werden daher ausschliesslich diese Linien berücksichtigt.

Die Heimatprovenienz für Tönnersjöheden kommt indessen auch bei gestrichelten Kurven im abfallenden Teil zu liegen. Diese Erscheinung dürfte jedoch als ganz normal bezeichnet werden, da sie mit dem von SAMOFAL (1925) veröffentlichten diesbezüglichen Material sehr gut übereinstimmt. SAMOFAL (vgl. auch WIEDEMANN 1930) gibt einen Bericht über sehr umfangreiche Provenienzversuche in Russland, die in Leningrad (60° n. Br.) und Tschernigow (51°52' n. Br.) zur Ausführung kamen; die Ergebnisse dieser Versuche werden tabellarisch mitgeteilt. Diese Tabellenwerte sind von mir umgerechnet und in Fig. 19—22 graphisch dargestellt worden. Die Lage der Heimatprovenienzen in diesen Figuren im Verhältnis zum Verlauf der Kurven stimmt mit jener in Fig. 15—17 sehr gut überein.

Die drei Versuchsflächen an der Westküste liegen: die eine bei Lerje (5—6 km nördlich von Göteborg), die andere bei Esmared (etwa 5 km östlich des Versuchsreviers Tönnersjöheden) und die dritte bei Torsakulla (11—12 km östlich Veinge). Die Versuchsfläche bei Lerje ist auf Grasboden, jene bei Esmared und Torsakulla auf Calluna-Boden angelegt worden; auf der letztgenannten Fläche ist die Heide sehr dicht und etwa kniehoch (s. Fig. 23).

Diese drei Flächen wurden in demselben Frühjahr wie die drei erstgenannten Flächen mit 2-jährigen unverschulten Kiefern von 10 verschiedenen Provenienzen im Verband von  $2 \times 1,5$  m bepflanzt. Die Pflanzung geschah reihenweise und in bestimmter Ordnung, wobei darauf geachtet wurde, dass südliche und nördliche Provenienzen abwechselnd nebeneinander kamen. Tab. 26 enthält die für Pflanzung verwendeten Provenienzen, die Zahl der im Herbst 1931 bzw. Frühjahr 1932 sowie im Herbst 1934 lebenden Pflanzen samt die »Normalwerte« des Trockensubstanzgehalts der Provenienzen bei Experimentalfältet. Die Revisionsergebnisse im Herbst 1934 werden in Tab. 27 mitgeteilt.

Es ist bemerkenswert, dass die hochnordischen Provenienzen bezüglich der Zahl der lebenden sowie der fehlerfreien Pflanzen die besten Resultate aufweisen, obwohl man für diese an Hand der Kurven für Tönnersjöheden-Fläche eher niedrigere Werte als für Provenienzen von weniger ausgeprägt nördlicher Herkunft zu erwarten hätte. Die Ursache dieser Abweichung kann teils darin gesucht werden, dass die an der Westküste zur Anwendung gekommenen Provenienzen gerade die sind, die auch auf der Tönnersjöheden-Fläche verhältnismässig gute Ergebnisse zeigten, teils aber darin, dass die Klimaverhältnisse dieser drei windexponierten Flächen sicher als strenger zu bezeichnen sind, als jene in Tönnersjöheden, wo die Versuchsfläche geschützt und sonnenexponiert liegt. Nach den in Deutschland gemachten Erfahrungen (vgl. WIEDEMANN 1930) zu urteilen, wäre es zu erwarten, dass die Verhältnisse sich in Zukunft ganz anders gestalten werden. Es sei jedoch hier darauf hingewiesen, dass in Halland sehr schöne Jungkiefern jämtländischer Provenienz bei Krogsered zu finden sind (Fig. 35); auch wächst ein schöner, aus Zapfensaat värmländischer Herkunft entstandener Kiefernbestand an der Mündung von Lagan. Eine kleinere Pflanzung bei Experimentalfältet von Kiefer aus Norrbotten zeigt nach 24 Jahren immer noch eine schöne Stammform.

Was die Ursachen des Pflanzenausfalls betrifft, so kann hier nur mitgeteilt

werden, dass das Eingehen der Pflanzen auf den beiden nördlichsten Flächen, bei Gällivare und in Kulbäcksliden, in grosser Ausdehnung durch Schneeschütte (*Phacidium*) verursacht zu sein scheint. Dabei hat die Versetzung der südlichen Provenienzen in ein für sie ungünstiges Klima sicher dazu beigetragen, deren Widerstandskraft entsprechend zu vermindern. Das Verhalten verschiedener Provenienzen diesem Pilz gegenüber scheint, was die Empfänglichkeit anbelangt, nicht viel zu variieren; doch überstehen die nördlichen Provenienzen den Angriff in weit grösserer Ausdehnung als die südlichen. Die Zahl der überlebenden Pflanzen auf diesen beiden Flächen wird daher bis zu einem gewissen Grade der Resistenz gegen den Befall der Schneeschütte, *Phacidium infestans*, entsprechen.

Die Pflanzen auf der Versuchsfläche Skällås bei Tönnersjöheden sind von der Kieferschütte, *Lophodermium pinastri*, recht stark angegriffen worden. Die Ursache des Pflanzenausfalls bei nördlichen Provenienzen und der relativ schlechten Wuchsform der Pflanzen konnte nicht ergründet werden. Die Stämmchen lösen sich oft in eine grössere Anzahl von Zweigen auf, die ganze Pflanze ist krumm, buschförmig und verkrüppelt; offenbar liegt hier eine tiefgehende Disharmonie zwischen den Aussenweltbedingungen die die Pflanze verlangt, und jenen, die am Wachstumsort ihr geboten werden. Ob nun die Ursache hierzu in der Wirkung der Frühfröste, in der je nach der Herkunft variierenden Einstellung zu der Länge des Tages und den Lichtverhältnissen oder in sonst noch einem anderen Faktor zu suchen ist, mag dahingestellt sein.

**Die Winterfärbung der Pflanzen.** Gelegentlich der Revision im Herbst 1934 wurde eine grobe Bestimmung der Nadelfarbe bei verschiedenen Provenienzen vorgenommen, und zwar so, dass für jede Pflanze einer der Farbtöne: blaugrün, grün oder gelbgrün angegeben wurde. Eine Zusammenstellung solcher Schätzungen für die Fläche in Tönnersjöheden ist in Tab. 28 wiedergegeben. Die darin enthaltenen Werte zeigen, dass die gelbe Winterfärbung für nördlichere Provenienzen charakteristisch ist, während der blaugrüne Farbton nur bei südlicheren Pflanzen vorkommt.

Unter den südlichen Provenienzen findet man aber auch gelbgrüne Pflanzen, was allerdings darauf zurückzuführen ist, dass nicht gesunde Pflanzen aller Provenienzen sich durch mehr oder weniger gelbe Nadelfarbe auszeichnen. Aus der Tabelle können daher keine Einzelheiten, sondern nur die allgemeine Tendenz entnommen werden. Und die allgemeine Tendenz ist die Intensivierung der Winterfärbung bei Pflanzen mit höherem Trockensubstanzgehalt.

**Die Zeitigkeit der Nadelentwicklung.** Eine Eigenschaft, die für nördlichere Provenienzen sehr charakteristisch ist, ist das zeitig im Frühjahr einsetzende Wachstum. Diese Erscheinung, sowie das zeitig im Spätsommer aufhörende Wachstum bei denselben Provenienzen, konnte in den Pflanzschulen Jahr für Jahr beobachtet werden. Der Gipfeltrieb bei nördlichen Provenienzen hat nach Abschluss der Wachstumsperiode stets eine wohl ausgebildete Spitzenknospe, während die südeuropäischen Pflanzen (einjährige Pflanzen) normalerweise es nicht fertig bringen, eine Spitzenknospe anzulegen, da sie mitten in ihrer vegetativen Entwicklung von der Herbst- und Winterkälte überrascht werden.

Messungen des Zeitigkeitsgrades wurden nur auf der Fläche in Tönnersjöheden und zwar am 3. Juni 1935 ausgeführt; gemessen wurde die Nadellänge bei einer



sehr grossen Anzahl Pflanzen von sämtlichen, dort angebauten Provenienzen. Die Nadellänge wurde am oberen Teil des Gipfeltriebes, doch nicht an der Spitze gemessen; nur dem Anschein nach gesunde Pflanzen wurden untersucht. Die Ergebnisse der Messungen gibt die Tabelle 29 wieder; die Nadellänge ist teils in mm, teils in Prozenten der Länge der ausgewachsenen Nadeln des vorhergehenden Jahres angegeben. In der Tabelle werden ferner die im Herbst 1934 vorgenommenen Nadellängenmessungen für jene Abteilungen der Fläche, die die obige Untersuchung umfasste, mitgeteilt. Die sehr auffallende Korrelation zwischen der Zeitigkeit und dem Trockensubstanzgehalt verschiedener Provenienzen ist aus der Fig. 24 zu ersehen.

## KAP. 6. Der Zusammenhang zwischen der physiologischen Variabilität der Kiefer und dem Klima des Herkunftsorts.

Es liegt ganz in der Natur der Sache, die verschiedene physiologische Einstellung der Pflanzen, wie sie durch Differenzen im Höhenwachstum, Kälteresistenz und Periodizität in Erscheinung tritt, mit dem Klima in Beziehung zu setzen, aus welchem die sich verschieden verhaltenden Provenienzen herkommen. So hat man auch seit langem getan, man vergleiche z. B. die oben (S. 423) zitierte Äusserung von PALMCRAVANTZ (1855). Grössere Bedenken haben wohl auch nicht vorgelegen, wenn man den Temperaturverhältnissen die Rolle des entscheidenden Klimafaktors zuerkannte. Umso grössere Diskussion rief die Frage hervor, wie die Temperaturverhältnisse zweckmässigerweise ausgedrückt werden sollen, wenn man sie in Beziehung zu den Ausbreitungsgrenzen der Pflanzen oder deren physiologischen Variabilität setzt.

Eine Übersicht über verschiedene angewandte Methoden hinsichtlich des ersten Teils dieser Frage (vgl. z. B. GAMS 1931, HAGEM 1931) liegt ganz ausserhalb des Rahmens der vorliegenden Arbeit. Man hat sich hierbei mit mehr oder minder gutem Erfolg der Jahres- und Monatsmitteltemperaturen, der Mitteltemperaturen für verschiedene Monatsgruppen, sowie der Frequenzzahlen für verschiedene Temperaturgrade bedient (vgl. auch LANGLET 1935).

Es kann vorausgesetzt werden, dass der Einfluss des Klimas sich vor allem durch die Dauer und Wärme des Sommers sowie durch die Dauer und Kälte des Winters geltend macht. Bereits CIESLAR (1895) setzte die physiologische Variabilität der Fichte mit der Dauer der Vegetationsperiode in Verbindung. Nach ÖRTENBLAD (1898) sei »die Dauer der Wachstumszeit, die der Baum übereinstimmend mit der Dauer des Sommers am Heimatort gehabt hat«, eine erbliche Eigenschaft. Die Dauer der Vegetationsperiode am Heimatort bestimmt nach MÜNCH (1923) die Wachstumsgeschwindigkeit bei verschiedenen Provenienzen von *Pseudotsuga Douglasii*, während die Sommerwärme am Heimatort von untergeordneter Bedeutung zu sein scheint. In seinem Bericht über die umfassenden Naturalisierungsversuche mit amerikanischen Holzarten im norwegischen Vestlandet hebt auch HAGEM (1931) die Bedeutung der Dauer der Vegetationsperiode und der Sommerwärme hervor.

Was nun besonders den Zusammenhang zwischen der Variabilität der Kiefer und dem Klima in den Heimatgebieten verschiedener Provenienzen anbetrifft,

so scheint es, dass dieses Problem bisher ein speziell schwedisches Forschungsgebiet gewesen und auch verblieben ist, dieses ist kein Zufall, sondern hat seinen Grund in den, in Kap. 2 erwähnten Provenienzversuchen von SCHOTTE und WIBECK.

In Zusammenhang mit der Darlegung von Revisionsergebnissen dieser Versuchsserie wurde von WIBECK (1919) eine den Isothermen der Jahresmitteltemperaturen folgende Einteilung Schwedens in Klimazonen aufgestellt; diese Klimazonen sollten »die Forderung auf klimatische Übereinstimmung zwischen dem Einsammlungsort des Samens und dem Saatort« ausdrücken.

In der Abhandlung, in der SCHOTTE (1923 a) die Ergebnisse für sämtliche Versuchsfläche derselben Provenienzenversuche bekannt gibt, wird eine neue Zoneneinteilung, diesmal auf der Mitteltemperatur der 4-Monatsperiode Juni-September gegründet, vorgenommen. SCHOTTE motiviert diese Einteilung dadurch, dass für die normale Entwicklung der Kiefer in erster Linie das Klima während der Vegetationsperiode ausschlaggebend sein dürfte. Beiläufig hebt jedoch SCHOTTE hervor, dass diese »Mitteltemperatur zwar nicht ganz dazu geeignet ist, biologische Verhältnisse zu beleuchten — die Zahl der Vegetationstage von bestimmter Wärme wäre vorzuziehen — sie ist aber doch ein recht guter Indikator des Klimas«.

Von den Ergebnissen derselben Versuchsserie ausgehend, sind später verschiedene Zoneneinteilungen von ENEROTH (1926—27, 1928, 1930) und WIBECK (1929, 1930—31, 1931) erörtert worden.

**Pflanzmaterial.** Um für das regionale Studium der physiologischen Variabilität der Kiefer und auch der Fichte Material zu beschaffen, wurde im Frühjahr 1931 eine Einsammlung von Zapfen vorgenommen. Trotz des schlechten Samensjahres in Nordschweden erhielt man im ganzen 582 keimfähige Provenienzen.

Die Proben wurden teils in der Zeit vom 5.—17. Oktober, teils vom 16.—28. November entnommen. Während jeder Periode entnahm man eine Doppelprobe für jede Provenienz. Nachdem die Korrektur für Wasseraufnahme und für die tägliche Variation des Wassergehalts vorgenommen und die Proben mithin vergleichbar gemacht wurden, berechnete man den Mittelwert des Trockensubstanzgehalts für jede Provenienz. Ein Verzeichnis über die Trockensubstanzwerte der 582 Provenienzen ist unten, S. 407—419, ausgeführt.

Um die geographische Variabilität des Trockensubstanzgehalts in grossen und Zügen zu zeigen, ist das Material nach dem Trockensubstanzgehalt eingeteilt, auf 10 Karten wiedergegeben worden (s. Fig. 25). Auf den Karten werden die Sameneinsammlungsplätze für die Provenienzen angegeben, deren Trockensubstanzgehalt sich zwischen 31,0—31,9, 32,0—32,9 % usw. bis 40,0—40,9 bewegt. Der geringste Wert ist 31,1, der höchste 40,0 %.

Aus den Karten ist zu ersehen, dass einem höheren Trockensubstanzgehalt im Durchschnitt eine nördlichere und kältere Lage des Sameneinsammlungsplatzes entspricht (vgl. auch LANGLET 1934 a, 1934 b, 1935).

**Meteorologische Faktoren.** Zur Ausführung der Berechnungen mussten zunächst für jede Provenienz die verschiedenen, das Klima der Sameneinsammlungsplätze kennzeichnenden meteorologischen Faktoren ermittelt werden.

1. Die Dauer der Vegetationsperiode. Wie es SCHOTTE betont hatte, wäre es wünschenswert, sich der Zahl der Tage mit einer bestimmten Temperatur

zu bedienen. — Bezüglich der Frage, welche Mitteltemperatur der Berechnung der Zahl der Tage zugrunde zu legen ist, erschien es mir am natürlichsten, das Material selbst darüber entscheiden zu lassen. Zu diesem Zweck benutzte ich die norwegischen und schwedischen Provenienzen, deren Trockensubstanzgehalt wiederholt bestimmt worden war und vorstehend als »Normalwert« bezeichnet wurde (vgl. Tab. 32). Diese Trockensubstanzwerte wurden mit der Häufigkeit der Mitteltemperaturen von  $\pm 0^\circ$ ,  $+ 2^\circ$ ,  $+ 4^\circ$ ,  $+ 6^\circ$ ,  $+ 8^\circ$ ,  $+ 10^\circ$  und  $+ 12^\circ$  verglichen. Es zeigte sich, dass bei der Wahl von niedrigeren Temperaturen zwischen  $\pm 0^\circ$  und  $+ 4^\circ$  eine verhältnismässig grosse Dispersion, namentlich für Provenienzen mit geringem Trockensubstanzgehalt, erhalten wurde; auch bei höheren Temperaturen,  $+ 10^\circ$  —  $+ 12^\circ$ , war die Dispersion verhältnismässig gross, diesmal aber besonders deutlich bei Provenienzen mit höherem Trockensubstanzgehalt. Wählte man aber  $+ 6^\circ$  oder  $+ 8^\circ$ , so zeigten sowohl die nördlichen als die südlichen Provenienzen die kleinste Dispersion. Die Wahl zwischen diesen zwei Temperaturen erschien mir ziemlich belanglos; die Wahl fiel auf die Mitteltemperatur von  $+ 6^\circ$ , da sie bessere Übereinstimmung mit der mutmasslichen Vegetationsperiode der Nadelhölzer zu zeigen schien. Für Experimentalfäktet z. B. ist die Dauer der Periode unter erwähnten Voraussetzungen 166 Tage oder zwischen 30. April und 13. Oktober; wenn aber die Wahl auf  $+ 8^\circ$  gefallen wäre, würde die Periode 144 Tage betragen und die Zeit zwischen 12. Mai und 3. Oktober umfassen.

Der Grund, weshalb gerade die Zahl der Tage mit  $+ 6^\circ$  —  $+ 8^\circ$  den besten Zusammenhang mit der Variabilität des Trockensubstanzgehalts zeigt, braucht durchaus nicht in etwaiger spezifisch physiologischer Bedeutung dieser beiden Temperaturen gesucht zu werden. Eine naheliegende Erklärung findet man in der Form der Jahreskurven. Wählt man eine niedrige Temperatur, so kommt man zu nahe an die Mitteltemperatur des kältesten Monats für die südlich oder maritim gelegene Orte; eine geringere Differenz betr. der Wintertemperatur macht sich dann stark geltend und kommt in Form von grosser Dispersion zwischen Provenienzen aus gleichen Gegenden zum Ausdruck. Wählt man eine hohe Temperatur, so werden die geringeren Differenzen betr. der Sommertemperaturen in den Heimatorten der nördlichen Provenienzen sich in gleicher Weise in grosser Dispersion bei diesen Sorten zeigen. Wählt man dagegen eine mittelmässige Temperatur, wie z. B.  $+ 6^\circ$  (oder wie HAGEM  $+ 7,5^\circ$ ), so zeigt die Temperaturlinie einen mehr zweckdienlichen Verlauf, sie überschneidet nämlich die ansteigende Frühjahrs- und die abfallende Herbstseite der Jahreskurven, tangiert aber niemals weder den oberen, noch den unteren Wendepunkt. Da der »Frühjahrs-« resp. »Herbstteil« der Kurven auch im allgemeinen ziemlich gerade ist, kann man ohne einen gröberen Fehler zu begehen das Datum für das Eintreten bzw. Aufhören von einer normalen Tagesmitteltemperatur von  $+ 6^\circ$  durch lineare Interpolation erhalten, ein Umstand, der zur Vereinfachung der Methode sehr wesentlich beiträgt.

Die etwa 420 in Schweden befindlichen gebrauchsfähigen meteorologischen Stationen sind trotz ihrer Zahl allzu weit zerstreut um innerhalb der nördlichen und mehr kupierten Teilen des Landes eine detaillierte Kartierung zu gestatten. Für meine Zwecke war aber ein so detailliertes Kartenbild wie nur möglich erforderlich. Es gab nur einen Ausweg, nämlich zu untersuchen, ob die Thermoisochronen womöglich den Höhenkurven folgen. Es wurde eine Karte angefertigt, in der die Stationswerte den Verlauf der Thermoisochronen, soweit es möglich

war, bestimmten, zwischen den Stationen aber folgen diese im wesentlichen den Geländeformen (s. Fig. 26). Die Lage der Thermoisochronen ist zwar in verschiedenen Punkten mit wechselnder Sicherheit fixiert worden, im ganzen dürfte jedoch die Karte ein so korrektes Bild abgeben, wie es aus der Dauer der Periode, die übrigens mit der »Vegetationsperiode« recht gut übereinstimmen dürfte, zu erzielen war.

Als Beleg für die Übereinstimmung zwischen der gewählten Periode und dem allgemeinen Begriff »Vegetationsperiode« können einige Vergleiche mit phänologischen Daten dienen. K. ARNELL (1927) berichtet über die Verspätung bei verschieden früh treibenden Pflanzen in Norrbotten und in der südlichen Lappmark im Vergleich zu Uppland. W. ARNELL (1923) teilt über entsprechende Differenzen zwischen Härnösand und Uppland mit. Diese Angaben sind in Tab. 30 zusammengestellt.

In diesem Zusammenhang wird hier das Ergebnis der Untersuchung über die Beziehungen zwischen einerseits der Zahl der Tage mit normaler Mitteltemperatur von  $+6^{\circ}$  und darüber für verschiedene meteorologische Stationen, sowie anderseits der nördlichen Breite und der Meereshöhe. Um nicht einen Ausdruck für Kontinentalität bzw. Maritimität in diese Berechnung einführen zu brauchen, wurden die schwedischen Westküstenstationen ausgeschlossen. Im ganzen wurden 416 schwedische Stationen berücksichtigt, ausserdem noch 28 norwegische Stationen, die von der Nähe des Meeres nicht merklich beeinflusst werden und für welche HAMBERG (1918) Daten anführt.

Wenn  $Y$  die gesuchte Zahl der Tage mit Mitteltemperatur von  $\geq +6^{\circ}$ ,

$l$  die nördliche Breite in Graden und Dezimalgraden,

$h$  die Höhe über dem Meere in Metern und

$p$  das Produkt von Breite und Höhe bedeutet,

so ist, unter Voraussetzung einer geradlinigen Regression:

$$Y = 514,18 - 5,85 l - 0,0736 h + 0,000365 p \dots\dots\dots (1)$$

Diese Berechnung enthält allerdings eine Approximation, nämlich dass alle Zusammenhänge als linear angenommen wurden, was in Wirklichkeit zweifellos nicht der Fall ist. Durch diese Approximation scheint es, dass für südliche, tiefelegene, sowie für nördliche, hochgelegene Teile des Landes etwas zu niedrige  $Y$ -Werte erhalten werden; im übrigen aber sind die Differenzen zwischen wirklichen und berechneten Werten verhältnismässig gering. Die Werte sind für etwa 80 Stationen in verschiedenen Teilen des Landes berechnet worden; hierbei wurden die hoch oder tief gelegenen nördlichen und südlichen Stationen, da bei diesen Kombinationen mit den grössten Differenzen zwischen den wirklichen und berechneten Werten zu rechnen war, besonders gewählt. Folgende Differenzen in Prozenten sind festgestellt worden:

Differenz:  $-8 - 7 - 6 - 5 - 4 - 3 - 2 - 1 \pm 0 + 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7$   
 Stationen: 2 1 2 2 7 10 11 9 8 7 4 4 6 1 2 1

Da die Formel (1) lediglich die Breite und Höhe berücksichtigt, ist es aber zu erwarten, dass solche Fehler entstehen müssen. Der ganze Einfluss des Lokalklimas sowie die Aufstellung der Instrumente wird sich dann in den Differenzen

zeigen. Die Gültigkeit der Formel beschränkt sich, wie vorstehend hervorgehoben, auf Schweden mit Ausnahme von West- und Schonenküste, sowie auf die vom atlantischen Klima nicht direkt beeinflussten Teile von Norwegen. Möglicherweise hat sie auch mehr generelle Gültigkeit; bei Berechnung von  $Y$  für Chorin, 50—60 km nordöstlich von Berlin, wurden nach (1) 205 Tage erhalten, während man an Hand der Daten von 5 herumliegenden meteorologischen Stationen 204 Tage erhielt (nach HELLMAN 1921).

Wenn die Formel (1) auch nicht für jeden Ort die Verhältnisse voll wiedergibt, so gibt sie uns doch eine Vorstellung über die Abhängigkeit der Vegetationsperiode von den Änderungen der geographischen Breite und Meereshöhe, wie sie aus der Zusammenstellung in Tab. 31 hervorgeht.

Aus der Formel folgt, dass das Ziehen von Thermoisochronen im Anschluss an die Geländeform, wie es bezüglich der Fig. 26 gemacht wurde, berechtigt ist.

2. Sommerwärme. Als einen ungefähren Ausdruck für die Sommerwärme, insofern sie einen Einfluss hat, der nicht bereits in dem der Dauer der Vegetationsperiode entsprechenden Faktor zum Ausdruck kommt, habe ich die Mitteltemperatur des wärmsten Monats gewählt (s. Fig. 27).

3. Kontinentalität. Die thermische Kontinentalität ist in die Berechnungen als die Differenz zwischen den Mitteltemperaturen des wärmsten und kältesten Monats eingeführt. Eine entsprechende Karte über Temperaturschwankungen während des Jahres — eine Karte über Isoparallagen (KRECKE 1865 nach GAMS 1931) oder Isotalantosen (SUPAN 1880) — ist auch von WALLÉN (1930) angefertigt worden. Wie auch im vorhergehenden Fall, war es mir möglich, durch Vergrößerung des benutzten Stationenmaterials, eine weniger weitgehende Schematisierung anzuwenden (vgl. Fig. 28).

4. Winterkälte. Da die Sommertemperatur im ganzen Lande im grossen und ganzen ziemlich gleich ist, geben die Isotalantosen, wie es auch SUPAN (1880) betont hat, auch die Winterkälte recht gut wieder; besondere Daten bezüglich dieses Faktors sind daher nicht erforderlich.

5. Niederschlag. Eine von G. WERSÉN ausgearbeitete Karte über Jahresniederschläge zeigt Fig. 29.

## Bestimmung der Regressionen.

Die im folgenden behandelten Berechnungen, die zur Aufstellung der Formeln (2), (3) und (4) führten, sind in der Hauptsache an der forstlichen Abteilung der Versuchsanstalt unter Leitung von Prof. H. PETERSON gemacht worden. Die Berechnungen sind als multiple Korrelationsrechnung mit dem Trockensubstanzgehalt als abhängige Variable ausgeführt worden. Als unabhängige Variable dienten teils die oben erwähnten meteorologischen Faktoren: Zahl der Tage mit normaler Mitteltemperatur von  $\geq +6^\circ$ , Mitteltemperatur des wärmsten Monats, Differenz zwischen Mitteltemperaturen des wärmsten und des kältesten Monats samt Jahresniederschlag, teils auch die geographische Breite sowie die Meereshöhe der Sameneinsammlungsorte.

Kurzum die Berechnungen sind so ausgeführt worden, dass zunächst die Dispersion der Trockensubstanzgehaltswerte um ihr eigenes Mittel bestimmt wurde; diese ist im folgenden als ursprüngliche Dispersion des Trockensubstanzgehalts bezeichnet. Danach wurde der Einfluss von jeder der unabhängigen Variablen

auf die Dispersion der Trockensubstanzwerte allmählich ausgeschaltet. Die Wirkung von einer auf diese Weise eingeführten Variable ist indessen von den in die Rechnung bereits einbezogenen Variablen abhängig; sie tritt daher nun dann unmittelbar in Erscheinung, wenn die fragliche Variable die letzte in der Reihe ist. Da es sich hier darum handelt, eine Orientierung über den Einfluss verschiedener Variablen auf die Dispersion des Trockensubstanzgehalts zu erhalten, sind daher jene Variablen zuletzt eingeführt worden, von denen die geringste Wirkung zu erwarten war.

Im vorliegenden Fall wurde zuerst der Einfluss der Zahl der Tage mit  $\geq + 6^\circ$  auf die Dispersion der Trockensubstanzwerte beseitigt und die verbleibende Dispersion bestimmt. Sodann wurde der Einfluss der geographischen Breite, Höhe usw. eliminiert und die verbleibenden Dispersionen der Reihe nach festgestellt. Auf diese Weise kann man sehen, wie die in die Berechnung eingeführten unabhängigen Variablen dazu beitragen, die Dispersion der abhängigen Variable weiter zu vermindern.

Das Ergebnis dieser Berechnung, die 582 Elemente (vgl. Tabelle S. 407—419) umfasst, ist aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich (die Dispersionen sind in Prozenten des Frischgewichts angegeben):

$\gamma$	Die ursprüngliche Dispersion des Trockensubstanzgehalts.....	1,435
	Die Grösse der Dispersion nach der Beseitigung der Einwirkung von:	
$\kappa_1$	Zahl der Tage mit Mitteltemperatur von $\geq + 6^\circ$ .....	0,889
$\kappa_2$	Die Mitteltemperatur des wärmsten Monats .....	0,885
$\kappa_3$	Nördliche Breite .....	0,843
$\kappa_4$	Meereshöhe .....	0,841
$\kappa_5$	Differenz zwischen Mitteltemperaturen des wärmsten und kältesten Monats .....	0,841
$\kappa_6$	Mittlerer Jahresniederschlag .....	0,841

Es zeigt sich also, dass nur zwei von den unabhängigen Variablen, nämlich  $\kappa_1$  oder die Dauer der Vegetationsperiode und  $\kappa_2$  oder die nördliche Breite eine Verminderung der Dispersion des Trockensubstanzgehalts herbeiführen. Einen schwachen Einfluss scheint aber auch die Mitteltemperatur des wärmsten Monats sowie die Meereshöhe auszuüben; die Kontinentalität sowie der mittlere Jahresniederschlag scheinen dagegen ganz ohne Einfluss zu sein.

Damit ist allerdings nicht gesagt, dass die erwähnten Variablen für den Trockensubstanzgehalt von keiner Bedeutung sind. Die Berechnung zeigt nur, dass ein etwaiger Einfluss von diesen Variablen bereits durch die vorher einbezogenen unabhängigen Variablen zum Ausdruck gekommen ist.

Da Grund zu der Annahme vorhanden war, dass der Trockensubstanzgehalt mit abnehmender Vegetationszeit verhältnismässig schneller steigt, je mehr diese Zeit verkürzt wird, wurde in die Rechnung als unabhängige Variable  $\frac{1}{\kappa_1}$  einbezogen. Man erhielt dann folgendes:

	Ursprüngliche Dispersion des Trockensubstanzgehalts.....	1,435
	Grösse der Dispersion nach der Beseitigung der Einwirkung von:	
I		
	Zahl der Tage mit $\geq + 6^\circ$ .....	0,847
	Nördliche Breite .....	0,830
	Meereshöhe .....	0,830

Aus den angeführten Dispersionswerten geht hervor, dass die invertierte Zahl der Tage praktisch einen ebenso grossen Teil der Dispersion eliminiert hat, wie die ursprüngliche Zahl der Tage, die Mitteltemperatur des wärmsten Monats und die nördliche Breite zusammen. Die nördliche Breite scheint einen gewissen Einfluss, der diesmal allerdings geringer ist, beizubehalten.

Die Regressionsformel, die bei der Berechnung mit den obigen Variablen erhalten wird, lautet:

$$Y = 16,34 + 785,56 \frac{1}{(\text{Zahl der Tage mit } \geq + 6^\circ)} + 0,210 (\text{n. Breite}) \dots (2)$$

Um nachzuprüfen, inwieweit die wirklichen und die nach dieser Formel berechneten Trockensubstanzwerte miteinander übereinstimmen, wurden die 582 Proben je nach der Zahl der Tage mit  $\geq + 6^\circ$  an entsprechenden Herkunftsorten in Fünftagesklassen verteilt. Innerhalb jeder solcher Probengruppe wurden Mittel für Zahl der Tage, nördliche Breite und wirklichen Trockensubstanzgehalt berechnet; Mittel für die Zahl der Tage und Breite wurden in die Formel (2) eingesetzt, woraus man dann den berechneten Trockensubstanzgehalt der Probengruppe erhielt. In Fig. 30 sind die wirklichen und berechneten Trockensubstanzwerte der verschiedenen Gruppen wiedergegeben. Im grossen und ganzen, und zwar bei 11 der Fünftagesklassen, stimmen die berechneten und empirischen Trockensubstanzwerte sehr gut überein.

Da die Angaben für Provenienzen aus höher gelegenen Orten bei der Feststellung der Dauer der Vegetationsperiode für verschiedene Proben wahrscheinlich mit relativ grossen Fehlern behaftet sind, wurde dieselbe Berechnung unter Ausschaltung sämtlicher, von über 200 m ü. M. gelegenen Höhen herstammenden Proben durchgeführt. Es ergibt sich dann die folgende Regressionsformel:

$$Y = 15,55 + 627,58 \frac{1}{(\text{Zahl der Tage mit } \geq + 6^\circ)} + 0,240 (\text{n. Breite}) \dots (3)$$

Die Übereinstimmung zwischen wirklichen und berechneten Werten wird in diesem Fall etwas besser: die verbleibende Dispersion beträgt 0,820 gegen 0,830 für das ganze Material.

Berechnet man die Mittelfehler der Koeffizienten, so ergibt sich, dass diese bei der letzteren Regressionsformel etwas grösser sind.

Koeffizienten	Mittelfehler in %
(2) + 16,34 $\pm$ 1,71 .....	10,5
+ 785,36 $\pm$ 131,47 .....	16,7
+ 0,210 $\pm$ 0,0418 .....	19,9
(3) + 15,54 $\pm$ 2,14 .....	13,7
+ 627,58 $\pm$ 183,65 .....	29,9
+ 0,240 $\pm$ 0,0541 .....	22,6

Es unterliegt keinem Zweifel, dass für die durch obige Berechnungen gewonnenen Resultate eine Überprüfung an Hand eines anderen Pflanzmaterials von grösster Bedeutung ist. Ein sehr geeignetes Material für eine solche Kontrolle

sind die früher wiederholt erwähnten 39 Provenienzen, deren Trockensubstanzgehalt mehrmals in verschiedenen Jahren bestimmt und hier als »Normalwert« bezeichnet wurde. Da es sich in diesem Fall nicht um Mittel zweier Doppelproben, sondern um Mittel von 9—28 Doppelproben handelt, dürfte die verbleibende Dispersion im Verhältnis geringer ausfallen. So ist auch der Fall:

Ursprüngliche Dispersion des Trockensubstanzgehalts..... 1,836  
Grösse der Dispersion nach Beseitigung der Einwirkung von:

Zahl der Tage mit  $\frac{1}{\geq + 6^\circ}$  ..... 0,591  
Nördliche Breite..... 0,440

Wird die Regression in gleicher Weise wie oben berechnet, so erhält man:

$$Y = 17,32 + 706,61 \frac{1}{(\text{Zahl der Tage mit } \geq + 6^\circ)} + 0,251 (\text{n. Breite}) \dots (4)$$

Der Mittelfehler der Koeffizienten ist hier von derselben Grössenordnung wie bei (2) und (3):

Koeffizienten	Mittelfehler in %
a) $+ 17,32 \pm 1,87$ .....	10,8
b) $+ 706,61 \pm 151,43$ .....	21,4
c) $+ 0,251 \pm 0,0453$ .....	18,0

Untersucht man die Beziehungen zwischen den Koeffizienten der Formel (4) und jenen der Formeln (2) und (3), so erhält man folgende Verhältnisse:

	a	b	c
Koeff. (2)			
Koeff. (4) .....	0,943	1,112	0,835
Koeff. (3)			
Koeff. (4) .....	0,898	0,888	0,955

Beim Betrachten der Mittelwerte der Verhältnisse findet man bessere Übereinstimmung zwischen (2) und (4) mit 96,3 % gegen 91,3 % im letzteren Fall. Betrachtet man aber die einzelnen Koeffizienten, so stimmen die Formeln (3) und (4) besser überein, da die Verhältnisse nur zwischen 88,8 und 95,5 % variieren. Dieses bedeutet aber, dass wenn der Trockensubstanzgehalt dieser 39 Provenienzen um etwa 10 % höher wäre, würden die Koeffizienten der beiden Formeln fast ganz übereinstimmen.

In Wirklichkeit ist die Übereinstimmung praktisch vollständig, denn der Unterschied im Trockensubstanzgehalt (etwa 3 % im Verhältnis zum Frischgewicht) dürfte darauf zurückzuführen sein, dass die »Normalwerte« des Trockensubstanzgehalts der genannten 39 Provenienzen nicht ausschliesslich für einjährige Pflanzen und nicht zu gleicher Zeit, d. h. im Oktober—November eines Jahres, bestimmt wurden, sondern auch für Nadeln älterer Pflanzen, in verschiedenen Jahren und zu verschiedener Zeit im Herbst und Winter. Ausserdem representieren die 39 Provenienzen sowohl südlichere, als auch besonders nördlichere Breitengrade als die 582 Provenienzen. Die vorhandene Differenz ist also ganz erklärlich. Bei einer derartigen Proportionalität zwischen den Koeffizienten wie im vorliegenden



Fall dürfte die Übereinstimmung eher als verblüffend gut angesehen werden. Dies kommt beim Vergleich der Partialbeziehungen, wie sie in Fig. 31 und 32 wiedergegeben sind, deutlich zum Ausdruck. In der ersten von diesen Abbildungen wird der Zusammenhang zwischen dem Trockensubstanzgehalt und der Zahl der Tage mit Mitteltemperatur  $\geq +6^\circ$  teils gemäss (2) (untere Kurve), teils gemäss (4) (obere Kurve) veranschaulicht; beide Kurven sind für  $60^\circ$  n. Br. berechnet. Fig. 32 gibt den Partialzusammenhang zwischen Trockensubstanzgehalt und nördl. Breite wieder; auch hier ist die untere Kurve nach (2) und die obere nach (4) berechnet; in beiden Fällen wurde mit 155 Tagen mit einer Mitteltemperatur von  $+6^\circ$  gerechnet. Aus diesen Figuren, wie auch bereits aus den entsprechenden Koeffizienten, geht hervor, dass die Bedeutung der Zahl der Tage für den Trockensubstanzgehalt nach (2) relativ etwas grösser ist als nach (4). Gleichzeitig zeigen aber auch die Figuren, dass die Partialbeziehungen, die bei Berechnungen unter Zugrundelegung der 582 bzw. 39 Provenienzen erhalten wurden, miteinander sehr gut übereinstimmen.

Tab. 32 enthält Angaben über die erwähnten 39 Provenienzen sowie deren berechnete Trockensubstanzwerte. Die Übereinstimmung zwischen den »Normalwerten« und den nach (4) berechneten Werten ist, wie aus Fig. 33 zu ersehen ist, auffallend gut. Besonders zu betrachten ist hierbei, dass unter diesen 39 Provenienzen Proben enthalten sind, die aus der norwegischen Finnmark und Vestlandet, sowie auch aus Südschweden und Brandenburg herkommen. Das Gebiet, das die 39 Provenienzen umfassen, ist also nicht unbedeutend grösser als jenes der 582-Provenienzen-Gruppe; wesentlich ist aber vor allem, dass es Gegenden mit mehr extremen Klimaverhältnissen, wie es Fig. 34 zeigt, umschliesst. Daher ist auch die ursprüngliche Dispersion in diesem Fall grösser.

Aus Fig. 33 ersieht man ferner, dass Abweichungen von der Art wie in Fig. 30 hier nicht vorkommen, sondern dass alle Provenienzen den in (4) ausgedrückten Funktionen folgen. Da die Formeln (2) und (4) sehr gut übereinstimmen und sich hauptsächlich durch die verbleibende Dispersion unterscheiden, dürfte der Schluss berechtigt sein, dass die oben erwähnten Abweichungen zwischen berechneten und empirischen Werten der Fig. 30 belanglos sind.

Zwei von den 39 Provenienzen stammen aus nicht natürlich entstandenen Beständen her, nämlich 251 Karsholm und 502 Tisvilde—Frederiksværk. Nach Mitteilung des Provinzialoberförsters F. AF PETERSENS ist die erstgenannte Provenienz wahrscheinlich aus dem Samen der benachbarten natürlichen Bestände entstanden. Die Entstehung des Kiefernbestandes im Distrikt Tisvilde—Frederiksværk ist nicht bekannt; es scheint jedoch, als ob die dort wachsenden Kiefern recht wohl an das Klima angepasst sind (vgl. HELMS 1902). Da die südlicheren Teile des Gebiets in diesem Material spärlich vertreten sind, habe ich diese beiden Provenienzen in die Untersuchung einbezogen. Wie Fig. 33 zeigt, schliessen sie sich wohl an die übrigen Provenienzen und können daher keinen nennenswerten Einfluss auf das Resultat der Berechnungen ausgeübt haben.

**Die verbleibende Dispersion.** Nicht ohne Interesse ist die Frage, wie gross jener Teil der ursprünglichen Dispersion ist, der nach Ausschaltung der Dispersion, die mit der Dauer der Vegetationsperiode in verschiedenen Heimatorten der Provenienzen und der nördlichen Breite dieser Orte zusammenhängt, übrigbleibt. Nachstehend wird folgende Zusammenstellung für die drei Gruppen von 582, 542 bzw. 39 Provenienzen gegeben.

Zahl der Elemente:	582	452	39
Ursprüngliche Dispersion ( $\sigma_1$ ) .....	1,435	1,337	1,860
Ausgeschaltete Dispersion ( $s_1$ ) .....	1,170	1,056	1,808
Verbleibende Dispersion ( $s_2$ ) .....	0,830	0,820	0,440
Verhältnis $\left(\frac{s_2}{\sigma_1}\right)^2$ .....	0,335	0,376	0,056

Unter Voraussetzung normaler Verteilung der Trockensubstanzwerte erhält man dann:

$$\text{Korrelationsverhältnis } \sqrt{1 - \left(\frac{s_2}{\sigma_1}\right)^2} (r) \dots\dots\dots 0,816 \quad 0,790 \quad 0,972$$

Diese Übersicht besagt, dass das Quadrat der Dispersion in den beiden ersten Fällen auf ca.  $\frac{1}{3}$ , im letzteren Fall auf ca.  $\frac{1}{18}$  des ursprünglichen gesunken ist. Bereits ein Vergleich zwischen Fig. 30 und 33 zeigt, dass eine kleinere Dispersion im letzteren Fall übrigbleibt. Es bleibt also eine Dispersion von 0,83—0,82, bzw. 0,44 % übrig.

In dieser verbleibenden Dispersion ist der Einfluss von verschiedenen Faktoren enthalten, von welchen folgende genannt werden können:

1) Der Einfluss der nicht berücksichtigten klimatischen und anderen Faktoren, darunter Mitteltemperatur des wärmsten Monats sowie Meereshöhe, welche ja beide einen, wenn auch unbedeutenden Einfluss ausüben;

2) mangelnde Übereinstimmung zwischen den für jede Provenienz geschätzten und wirklichen Werten betreffs der Zahl der Tage mit Mitteltemperatur  $\geq + 6^\circ$ , worin auch der Einfluss des Lokalklimas einbegriffen ist;

3) Mängel bezüglich der Ausdrucksweise bei Einbeziehung der Variablen in die Rechnung; die Zahl der Tage z.B. hätte vielleicht nicht als  $\frac{1}{\text{Zahl der Tage}}$  sondern besser anders ausgedrückt werden können;

4) Mängel bezüglich der Korrektur für Wasseraufnahme und Tageseinfluss, sowie übrige Faktoren, wie z. B. verschiedene Pflanzdichte in Saatreihen, für welche keine Korrektur gemacht werden konnte, samt

5) Mittelfehler der einzelnen Trockensubstanzbestimmungen, der darauf beruht, dass zwei Proben von ein und derselben Provenienz angehörenden Pflanzen nur selten gleiche Werte ergeben (vgl. verbleibende Dispersion nach ausgeführter Tageskorrektur in Tab. 6, S. 262).

Dieser letztgenannte Fehler dürfte in nicht unwesentlichem Grade dazu beitragen, die Differenz zwischen den verbleibenden Dispersionen für die 582 und 39 Provenienzen zu vergrößern. Die Trockensubstanzwerte der ersteren Gruppe wurden ja als Mittel von zwei, jene der letzteren Gruppe dagegen als Mittel von 9 bis 28 (im Durchschnitt 20) Doppelproben erhalten; daher sind die Trockensubstanzwerte im letzteren Fall mit geringerem »eigenem Fehler« behaftet. — Eine Überslagsberechnung hat jedoch ergeben, dass diese Differenz bezüglich des »eigenen Fehlers« der Trockensubstanzwerte nicht genügt, um den Unterschied zwischen den verbleibenden Dispersionen zu erklären. Ein Teil von diesem Unterschied dürfte wahrscheinlich auf den Einfluss der Pflanzdichte in den Saatreihen zurückzuführen sein; es ist dies ein Faktor von grosser Bedeutung (vgl. Tab.

2 und 3), der aber nicht korrigiert werden konnte. Der Trockensubstanzgehalt der 39 Provenienzen wurde zum Teil durch Untersuchung der Nadeln älterer Pflanzen ermitteln; hierbei spielt obiger Faktor eine untergeordnete Rolle. Ein mehr bedeutender Teil der Dispersion bei den 582 Provenienzen dürfte aber auf den Einfluss der Lage innerhalb der Pflanzschule zurückzuführen sein; die Provenienzen waren nämlich je in einer Saatreihe vertreten und die ganze Saat nahm wegen des Umfangs des Materials eine verhältnismässig grosse Fläche ein.<sup>1</sup> Die 39 Provenienzen dagegen wurden an verschiedenen Stellen ausgesät, wodurch der Einfluss des Saatplatzes in diesem Fall zum grossen Teil beseitigt sein dürfte.

In Anbetracht aller diesen Faktoren, die am Entstehen der verbleibenden Dispersion beteiligt sind, darf es als ausserordentlich befriedigendes Resultat angesehen werden, dass das verbleibende Dispersionsquadrat bei der Korrelationsrechnung bis auf nur 33,5 bzw. 5,6 % des ursprünglichen heruntergebracht werden konnte. Die entsprechenden Werte im Korrelationsverhältnis zwischen einerseits dem Trockensubstanzgehalt und andererseits der Zahl der Tage mit Mitteltemperatur von  $\geq + 6^\circ$  und der nördlichen Breite sind auch so hoch wie 0,816<sup>1</sup> bzw. 0,972, dieses aber, wie erwähnt, unter Voraussetzung der normalen Verteilung der Trockensubstanzwerte.

## KAP. 7. Die Variabilität der Kiefer, deren Erbllichkeit und der Ökotypenbegriff.

**Die Erbllichkeit der Variabilität.** Neuerdings veröffentlichte BORNEBUSCH (1935) sehr interessante und bedeutungsvolle Tatsachen über die Erbllichkeit des Trockensubstanzgehalts der Fichte. Von einer Fläche bei Valby Hegn wurde Fichtensamen verschiedener, dort vorkommender Provenienzen eingesammelt. Die aus diesem Samen erzogenen einjährigen Pflanzen wurden auf Trockensubstanzgehalt untersucht. Es stellte sich heraus, dass die Differenzen zwischen verschiedenen Provenienzen bedeutend grösser waren bei diesen Jährlingen als bei den Mutterbäumen. Andererseits waren aber die Differenzen geringer bei Pflanzen aus Samen von Valby Hegn als bei solchen Pflanzen, die aus direkt von entsprechenden Heimatornten importiertem Samen stammten. Sämtliche Trockensubstanzwerte sind in Tab. 33 zusammengestellt worden (nach Tab. X bei BORNEBUSCH 1935).

Damit dürfte es völlig erwiesen sein, dass es sich hierbei nicht um eine Art

<sup>1</sup> Um eine ungefähre Vorstellung von dem Einfluss des Saatplatzes zu geben, kann mitgeteilt werden, dass bei einem 1935 ausgeführten Versuch festgestellt wurde, dass die durch diesen Faktor verursachte Vergrösserung der Dispersion einem  $s = \text{ca. } 0,60$  entsprach. Rechnen wir im vorliegenden Fall mit diesem Wert, so erhalten wir nach Ausschaltung dieser Dispersion, die also vom Saatplatz herrühren soll, von  $s_2 = 0,830$ , ein verbleibendes  $s_3 = 0,57$  und das Verhältnis  $\left(\frac{s_3}{s_1}\right)^2 = 0,160$ , entsprechend einem Korrelationsverhältnis von 0,917. Hierbei ist zu merken, dass der Einfluss der Dispersion, den wir hier  $= 0,60$  gerechnet haben, sich auf einen kleineren Teil der Pflanzschule bezieht und daher im vorliegenden Fall als ein Minimumwert betrachtet werden dürfte.

»Dauermodifikation« handelt, also nicht um eine Einwirkung auf die Nachkommenschaft durch nur modifikative Anpassung der (ursprünglichen) Mutterbäume an äussere Bedingungen im Heimatland, welche Anpassung nach ein oder zwei Generationen verschwinden würde.

Persönlich habe ich nur wenig Gelegenheit gehabt, Kiefernpflanzen der zweiten Generation zu untersuchen. Die Ergebnisse, die dabei erzielt werden konnten, stimmen indessen im wesentlichen mit den vorstehend mitgeteilten Feststellungen bezüglich der Fichte überein. Zwei Versuche kamen hierbei zur Ausführung.

Auf einer Versuchsfläche bei Torared in der Nähe des Versuchsreviers Tönnersjöheden wurden Zapfen von 30jährigen Kiefern verschiedener Provenienz eingesammelt. Nach der Aussaat des so gewonnenen Samens im Frühjahr 1935 wurden die Pflanzen im Herbst desselben Jahres untersucht. Die ermittelten Trockensubstanzwerte werden in Tab. 34 wiedergegeben.

Obwohl in diesem Fall nur eine Provenienz, nämlich die aus Darmstadt, von den übrigen sicher getrennt ist, so ist doch eine, wenn auch sehr schwache Neigung zur Erhöhung des Trockensubstanzgehalts mit steigender nördlicher Breite der Herkunftsorte der Mutterbäume zu erkennen.

Zu gleicher Zeit wurde auch der andere Versuch ausgeführt. Auf einer Fläche bei Århult, Kirchspiel Krogsered, in Halland wurde im Jahre 1903 Kiefern Samen jämtländischer Herkunft ausgesät; im folgenden Jahr wurde die Fläche von neuem besät, diesmal mit Ortssamen. Aus dieser Doppelsaat entstand ein Mischbestand von Kiefern aus Jämtland und Halland. Die erstere Provenienz zeichnet sich durch kurzen Stamm und schmalere Krone aus, während die einheimische Kiefer durch hohen Wuchs und weit ausladende Krone auffällt. Fig. 35 zeigt einen Randteil des Bestandes mit einer Anzahl Jämtland-Kiefern im Vordergrund und einigen, aus Ortssamen entstandenen Kiefern links im Hintergrund. Im Frühjahr 1935 wurde von 12 halländischen und 11 jämtländischen Kiefern dieses Bestandes Samen eingesammelt, der noch in demselben Frühjahr ausgesät wurde. Die Bestimmung des Trockensubstanzgehalts der jungen Pflanzen dieser Aussaat nahm man im November desselben Jahres vor. Der Trockensubstanzgehalt bei Pflanzen aus jämtländischem Samen erwies sich um 0,839 % (des Frischgewichts) höher als bei Pflanzen aus halländischem Samen. Da  $P$  zwischen 0,01 und 0,02 fällt ( $P = \text{ca. } 0,016$ ; vgl. FISCHER 1932), ist die Differenz statistisch sichergestellt. Stellt man Århult Bispgård gegenüber, so erhält man allerdings bei der Berechnung der Trockensubstanzwerte [nach (2); vgl. S. 457] eine Differenz von ca. 2,4 %. Das Ergebnis ist also hier das gleiche wie bei den Versuchen von BORNEBUSCH, nämlich dass eine geringere Differenz für Pflanzen aus solchem Samen kennzeichnend ist, der am selben Ort gereift und sicher auch zum Teil aus Kreuzbefruchtung zwischen verschiedenen Provenienzen entstanden ist.

Auch wenn die Unterschiede zwischen verschiedenen Provenienzen in der 2. Generation bedeutend geringer werden, so steht es doch fest, dass zwischen Kiefernpflanzen aus dem Samen von Mutterbäumen verschiedener Herkunft, die aber unter gleichen äusseren Bedingungen wachsen, Differenzen im Trockensubstanzgehalt tatsächlich bestehen. Der Trockensubstanzgehalt ist mithin eine erbliche Eigenschaft, wie dies bei Kiefer auch für Wachstumsgeschwindigkeit, Periodizität und Winterfärbung (MÜNCH 1924) und Resistenz gegen *Lophodermium* (MÜNCH 1932), und bei Fichte für Trockensubstanzgehalt (BORNEBUSCH 1935), Wachstumsgeschwindigkeit und Periodizität (ENGLER 1913, BURGER 1926) samt das allgemeine Überwinterungsvermögen (FLURY 1927) gezeigt wurde.

**Die Variabilität der Kiefer und der Ökotypenbegriff.** Wie es SYLVÉN (1930) hervorgehoben hat, besteht ein auffallender Parallelismus in der Variabilität der Kiefer und des Rotklees. Der Rotklee ist für klimatische Einflüsse sehr empfindlich. Ein ursprünglich aus einem anderen Ort stammender Rotkleebestand wird daher früher oder später durch das natürliche Ausscheiden aller lokalklimatisch ungeeigneten Formen in einen Lokaltamm von für den Standort geeignetster Zusammensetzung verwandelt. Wie auch die Untersuchung über Kiefernprovenienzfrage zu dem Schluss führte, dass man in der Regel Ortsamen benutzen soll, d. h. dass nach Möglichkeit Naturverjüngung anzustreben ist (vgl. CIESLAR 1899, ENGLER 1905, MAYR 1911 u. a.), so zeigten auch die Kulturversuche mit Rotklee, »dass bei den in verschiedenen Provinzen ausgeführten Versuchen oft einer oder einige der Stämme der betreffenden Provinzen am ertragreichsten sind« (WITTE 1913).

Analoge Feststellungen sind auch bezüglich des Baumwollstrauchs gemacht worden (HALE 1933).

In einer Reihe von Arbeiten hat TURESSON die ökologische Variabilität verschiedener mehrjährigen Krautgewächse behandelt. Für die an die ökologischen Verhältnisse am Standort angepasste Population führte TURESSON (1922 a) die Bezeichnung Ökotyp ein: »The term *ecotype* is proposed here as ecological unit to cover the product arising as a result of the genotypical response of an *ecospecies* to a particular habitat«. Das Vorkommen solcher Ökotypen wies TURESSON (z. B. 1922 b, 1929, 1930 a, 1931, 1932) bei verschiedenen mehr verbreiteten Arten nach.

Das Resultat von »the genotypical response« einer Population auf unter den am Standort herrschenden ökologischen Verhältnisse wird von TURESSON (z. B. 1930, 1931, 1932) in der Hauptsache durch Angabe der Pflanzenhöhe und Zeitigkeit charakterisiert; doch sind hierbei auch der osmotische Wert und die Transpiration von Bedeutung (TURESSON 1927 b bzw. 1928). Da verschiedene untersuchte Kiefernprovenienzen voneinander u. a. gerade durch verschiedene Wachstumsgeschwindigkeit und Zeitigkeit (vgl. Fig. 17 und 24) abweichen, dürfte es in Übereinstimmung mit der angeführten Definition des Ökotyps einleuchtend sein, dass dieser Begriff sich damit deckt, was hier bisher als »Provenienz« in physiologischer Hinsicht bezeichnet wurde.<sup>1</sup> Folgende zusammenfassende Äusserung von TURESSON (1930), die sich auf ein etwa 30 mehrjährige Krautgewächse umfassendes Material stützt, gilt wohl ebenso gut auch für Kiefernprovenienzen oder Ökotypen der Kiefer: »Pronounced earliness combines with rather moderate height in the northern part of the investigated area, while in the southern part of the area lateness combines with great height«. Auch MÜNCH (1932) hebt hervor, dass TURESSONS »Ergebnis bis ins einzelne den Befunden der gleichartigen forstlichen Anbauversuche mit Baumrassen entspricht« (vgl. auch TURESSON 1930). »Diese wichtigen, — betont weiter MÜNCH — für die ökologische Pflanzengeographie wie für die Fortentwicklung der Systematik gleich bedeutsamen Arbeiten TURESSONS bilden so eine vorzügliche Bestätigung und Ergänzung der gleichlaufenden forstbotanischen Forschungen.«

Bereits um die Jahrhundertwende konnte CIESLAR, SCHOTT und ENGLER das Vorhandensein von verschiedenen »klimatischen« oder »physiologischen« Varietäten u. a. bei Kiefer und Fichte experimentell nachweisen. Diese Bezeichnungen<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Das gilt selbstverständlich nur insofern die vorhandenen physiologischen Differenzen erblich sind (vgl. darüber S. 461—462). (Zusatz in der Korrektur).

sind gleichbedeutend mit dem später von TURESSON (1922 a) aufgestellten Begriff »Ökotyp«. Da meines Erachtens die letztgenannte Bezeichnung aus verschiedenen Gründen — so z. B. wegen ihrer Kürze, ferner dadurch, dass sie bereits Verbreitung gefunden hat, sowie nicht weniger durch den Vorteil, den Ausdruck »Varietät« vermeiden zu können — vorzuziehen ist, halte ich die Priorität in diesem Fall für nicht angebracht. Die Priorität dürfte im übrigen der »chemisch-physikalischen Varietät« von NÄGELI (1865, S. 274) zukommen; er benutzt diese Bezeichnung in folgendem Zusammenhang: »Es ist nun denkbar, dass in dem angenommenen Beispiel in Italien einerseits, in Norwegen oder auf den Alpen anderseits ungleiche innere Constitutionen sich als die vortheilhaftesten erweisen und dass daher sich zwei verschiedene chemisch-physikalische Varietäten ausbildeten«. Der Einwand, der dagegen gemacht werden könnte, nämlich dass NÄGELI die »chemisch-physikalische Varietät« nur als denkbare Möglichkeit vorausgesetzt hat, trifft aber keinesfalls die »physiologische Varietät« von CIESLAR (1899), der sie in folgenden sowohl positiven, als auch sehr allgemein gehaltenen Worten formuliert: »Innerhalb der botanischen Species, ja selbst innerhalb der anerkannten morphologischen Varietäten gibt es physiologische Varietäten, welche der Erbllichkeit von im Laufe unendlich langer Zeiträume unter dem Einflusse spezifischer Standortsfactoren angeeigneter Charaktere ihre Entstehung verdanken«.

Diese Definition deckt sich mit dem Begriff »Ökotyp« ebenso gut wie TURESSONs eigene (vgl. S. 463). Da es hier lediglich darauf ankommt, dass Vorhandensein der Variabilität nachzuweisen (vgl. auch TURESSON 1930), spielt die sowohl von CIESLAR als ENGLER bekundete Auffassung hinsichtlich der Entstehung der Variabilität eine sehr untergeordnete Rolle.

SCHOTT (1904) und ENGLER (1908) zogen später die Konsequenzen aus der Äusserung CIESLARs und sprachen sich an Hand grösseren Materials für die Kontinuität der physiologischen Variabilität aus. Es mag sein, dass diese Schlussfolgerung mit Rücksicht auf das Material, das ihnen damals zur Verfügung stand, als nicht genügend begründet angesehen werden konnte. Nichtdestoweniger hatten SCHOTT und ENGLER in ihrer Auffassung über die Kontinuität der physiologischen Variabilität recht, wie es später, erst durch die Versuche von SCHOTTE und SAMOFAL und sodann durch die hier dargelegten Untersuchungsergebnisse, gezeigt werden konnte.

Die gute Übereinstimmung hinsichtlich der Unterschiede zwischen verschiedenen Ökotypen der Kiefer und solchen der mehrjährigen Kräuter bei entsprechender geographischer Verbreitung (vgl. das Zitat aus TURESSON 1930, S. 463) dürfte eine Generalisierung der bei der Untersuchung der Kiefernökotypen gewonnenen Resultate gestatten. Hierbei wird in erster Linie nicht darauf abgesehen, die Differenzen zwischen verschiedenen Ökotypen von mehrjährigen Kräutern bezüglich des Trockensubstanzgehalts,<sup>1</sup> Zuckergehalts, der Kältefestigkeit usw.,

<sup>1</sup> Bei der Untersuchung des Trockensubstanzgehalts der von I. FRÖMAN aus verschiedenen Gegenden im Botanischen Garten bei Frescati verpflanzten *Hedera* wurden im Februar 1935 folgende Werte erhalten:

Provenienz:	Zahl der Pflanzen:	Trockensubstanzgehalt in %:
Ösel	8	33,4
Södertörn	4	32,6
Kolmården	3	32,3
Bohuslån	6	32,0
Blekinge	8	31,1

Die Differenz zwischen Ösel und Blekinge ist statistisch sichergestellt:  $P < 0,01$

sowie des osmotischen Werts (TURESSON 1927 *b*), der Transpiration (TURESSON 1928) und des Überwinterungsvermögens (TURESSON 1930, ÅKERLUND 1933) festzustellen, sondern es kommt vielmehr auf die Möglichkeit an, eine allgemeine, oder besser häufig gültige Regel aufzustellen, nämlich dass die Eigenschaften, die im Zusammenhang mit der Anpassung an die äusseren Verhältnisse ausgebildet werden, in gleicher Weise wie diese Verhältnisse variieren. Hinsichtlich der »geographisch-ökologischen« Variabilität — wo solche überhaupt vorkommt — dürfte daher die Kontinuität in typischen Fällen vorhanden sein. Für »lokal-ökologische« Variabilität dürfte dagegen die Diskontinuität normalerweise charakteristisch sein.

## KAP. 8. Die Folgen der Übertragung des Kiefernnsamens bei Waldkulturen.

Auf Grund seiner umfangreichen Provenienzversuche gelang SCHOTTE (vgl. auch S. 426) zu der Schlussfolgerung, dass wenn Kiefernnsamen am Kulturort nicht zu erhalten sei und von einem anderen Ort beschafft werden müsse, muss dieser Ort »ein mit dem Anbauort im wesentlichen gleichwertiges Klima« aufweisen. Um die Klimaverhältnisse zahlenmässig auszudrücken und dadurch einen direkten Vergleich zwischen dem Sameneinsammlungsort und dem Anbauort zu ermöglichen, wurden von verschiedenen Forschern verschiedene Methoden angewandt (vgl. Kap. 6). So bediente sich WIBECK der Jahresmitteltemperatur, während SCHOTTE und später auch ENEROTH von der Mitteltemperatur für die Monate Juni—September ausgingen. Als Ergebnis der vorliegenden Untersuchung hat sich ein neues Mass zur Beurteilung des Klimaeinflusses herausgestellt. Es hat sich nämlich gezeigt, dass der Einfluss des Klimas auf die physiologische Variabilität der Kiefer durch Angabe der geographischen Breite und der Dauer der Vegetationsperiode zum Ausdruck kommt.

Die Eigenschaft der Kiefernpflanzen, die bei der Untersuchung über die Beziehungen zwischen dem Klima und der physiologischen Variabilität als Exponent der letzteren fungiert hat, ist der Trockensubstanzgehalt. Um ein praktisch anwendbares Mass zur Beurteilung der Einwirkung des Klimas an einem Ort zu erhalten, ist es daher am einfachsten, diese Einwirkung durch den Trockensubstanzgehalt auszudrücken, der für Kiefernpflanzen aus dem Samen von diesem Ort, wenn sie bei Experimentalfältet erzogen werden, zu erwarten ist. Dieser Trockensubstanzgehalt kann bei gegebener Breite und Dauer der Vegetationsperiode am betreffenden Ort nach der Formel (2) oder (4) (vgl. Kap. 6) berechnet werden. Die Dauer der Vegetationsperiode kann ihrerseits aus der Übersichtskarte (Fig. 26) oder mit gewissen Einschränkungen, aus der Formel (1) (s. Kap. 6) ermittelt werden. Gewiss ist der auf diese Weise erhaltene Trockensubstanzgehalt nur ein rein bedingter Wert, er ist aber als Vergleichsmass für physiologisch verschiedene Kiefernprovenienzen aus verschiedenen Teilen Schwedens gut zu gebrauchen.

Um das Anpassungsvermögen der Kiefernpflanzen an die äusseren Wachstumsbedingungen zu prüfen, wurden 3 Probeflächen mit je etwa 20 Provenienzen zu etwa 500 Pflanzen, oder insgesamt je Fläche etwa 10 000 Pflanzen, angelegt. Die Pflanzen, die bei Experimentalfältet erzogen worden waren, wurden als

2jährige ausgepflanzt. Über die Ergebnisse der 3 Jahre nach dem Beginn des Versuchs vorgenommenen Revision ist in Kap. 5 (s. Tab. 24—26 und Fig. 15—18) ausführlich berichtet worden.

Um einen Teil dieser Revisionsergebnisse in mehr anschaulicher und genereller Form darzustellen, habe ich dreidimensionale Diagramme angefertigt (s. Fig. 36 und 37). Das erste dieser Diagramme zeigt den Kulturerfolg, d. h. das Prozent übriggebliebener fehlerfreier Pflanzen (ENEROTH 1926—27). Im anderen Diagramm wird die Pflanzenhöhe, die als Mass für Wachstumsgeschwindigkeit dient, dargestellt. Diese beiden Diagrammen geben uns eine Vorstellung über den wahrscheinlichen Erfolg, der erzielt wird, wenn verschiedene Kiefernprovenienzen an ein und demselben Ort erzogen werden, oder wenn ein und dieselbe Provenienz an verschiedenen Orten angebaut wird. Die Diagramme gestatten also mit einer gewissen Einschränkung, die sich aus der Art und dem Umfang des den Diagrammen zugrunde liegenden Materials ergibt, die Beurteilung des Kulturerfolges, und zwar wenn die Breite und (oder) die Dauer der Vegetationsperiode am Heimatort des benutzten Kiefernnsamens von jenen am Anbauort abweichen.

Die fetten Linien der Diagramme entsprechen ganz jenen Linien der Fig. 16 bzw. 17, die die Revisionsergebnisse vom Herbst 1934 der Flächen bei Tönnersjöheden, Kulbäcksliden und Gällivare veranschaulichen. Die Genauigkeit, mit der der Verlauf jeder von diesen Kurven bestimmt wurde, ist aus den genannten Abbildungen, in welchen das Revisionsergebnis für jede einzelne Provenienz markiert ist, zu entnehmen. Die Form der buchtigen Flächen ist also ausschliesslich durch die drei fetten Linien bedingt.

Die Punkte auf dieser buchtigen Fläche, die gleichen Zahlenwerten der  $x$ - und  $y$ -Achse entsprechen, sind durch eine feine Linie miteinander verbunden. Diese feine Linie veranschaulicht also den von jeder Provenienz an ihrem eigenen Heimatort zu erwartenden Kulturerfolg bzw. Pflanzenhöhe.

Ein Teil der Ausgleichungskurven für Tönnersjöheden (die südlichste Fläche, entsprechend einem  $y$ -Wert von 35,5 %) ist aus Gründen, die in Kap. 5 näher erörtert sind, gestrichelt worden; in Übereinstimmung hiermit wurde auch der entsprechende Teil der eben erwähnten feinen Linien gestrichelt.

Es sei noch darauf hingewiesen, dass die in der Richtung der  $x$ -Achse verlaufenden Linien ihrer Form nach mit grösserer Sicherheit bestimmt worden sind, als jene in der Richtung der  $y$ -Achse. Mit anderen Worten gestatten die Diagramme einen besseren Vergleich zwischen verschiedenen an ein und demselben Ort angebauten Provenienzen, als zwischen Kulturergebnissen, die beim Anbau ein und derselben Provenienz an verschiedenen Orten erzielt werden.

Die praktisch wichtigen Schlüsse, die an Hand des in Kap. 5 behandelten diesbezüglichen Materials möglich sind, sind am leichtesten aus den beiden Diagrammen (Fig. 36 und 37) zu entnehmen.

Fig. 36 besagt zunächst, dass der **Kulturerfolg** unter allen Umständen dadurch gewinnt, wenn Kiefernnsamen aus einer etwas nördlicher und kälter gelegenen Gegend beschafft wird, oder m. a. W. wenn eine Provenienz angebaut wird, deren Trockensubstanzgehalt etwas höher ist als jener der Heimatprovenienz. Es scheint dabei, dass bezüglich der nördlichen Gegenden (hohe  $y$ -Werte) keine obere Grenze für den Trockensubstanzgehalt der verwendeten Provenienz gezogen zu werden braucht. Für südliche Gegenden (niedrige  $y$ -Werte) liegen die Verhältnisse ganz anders; wird nämlich der Samen von bedeutend mehr nördlich gelegenen Orten gebraucht d. h. wird eine Provenienz mit hohem Trockensubstanz-



gehalt angebaut (vgl. auch Fig. 16), so tritt eine merkliche Verschlechterung des Kulturerfolgs ein.

Dieses steht im besten Einklang nicht nur mit den Ergebnissen von SAMOFAL (vgl. oben Fig. 22), sondern auch mit den Erfahrungen, die von alten deutschen Kulturen nordischer Herkunft (vgl. WIEDEMANN 1930) gewonnen worden sind.

An Hand der Fig. 36 scheint es, als ob nur ein relativ geringes Risiko vorliegen würde, sollte an einem hochnordischen Kulturort Samen von etwas — nicht viel! — »südlicherer« Provenienz verwendet werden. Diese Folgerung stützt sich aber ausschliesslich auf die Verhältnisse bei Gällivare (vgl. Fig. 16), weshalb sie hier mit ausdrücklicher Reservation mitgeteilt wird. Es sei jedoch auf die sehr guten Ergebnisse hingewiesen, die SCHOTTE und WIBECK gelegentlich ihres Serienversuchs auf der Probefläche 183 Kuortisrova ( $67^{\circ}12'$  n. Br., 500 m ü. M.) mit Samen von Nedertorneå ( $66^{\circ}1'$  n. Br., 50 m ü. M.) erzielt haben. Die 16jährigen Pflanzen zeigten in diesem Fall einen Kulturerfolg von nicht weniger als 41 % (vgl. WIBECK 1930—31, Tab. I).

Im Gegensatz zu den Verhältnissen im nördlichsten Teil Schwedens, scheint es, als ob die Anwendung von im Verhältnis zum Kulturort südlichen Provenienzen (niedrige  $x$ -Werte) in südlichen Gegenden (niedrige  $y$ -Werte) mit einem relativ grossen Risiko verbunden wäre.

Bezüglich der **Pflanzenhöhe** (die hier die Wachstumsgeschwindigkeit vertritt) besagt Fig. 37, dass höhere Wachstumsgeschwindigkeit erreicht wird, wenn in nördlichen Teilen des Landes (bei hohen  $y$ -Werten) Samen aus etwas südlicher gelegenen Gegenden gebraucht wird, d. h. wenn man Provenienzen mit etwas geringerem Trockensubstanzgehalt (niedrige  $x$ -Werte) als bei der Heimatprovenienz anbaut. Grössere Entfernung zwischen Sameneinsammlungs- und Anbauort führt jedoch zu einer Verminderung der Pflanzenhöhe.

Wie auch hinsichtlich des Kulturerfolgs, so scheint auch der Zuwachs bei südlichen Provenienzen (niedrige  $x$ -Werte) umso mehr zuzunehmen, je weiter nach Süden (niedrige  $y$ -Werte) sie angebaut werden. Bei nördlicheren Provenienzen (hohe  $x$ -Werte) steigt zwar die Wachstumsgeschwindigkeit beim Kultivieren südlich von ihren Heimatorten, doch bei grösserer Entfernung zwischen Anbau- und Heimatort nimmt die Wachstumsgeschwindigkeit wieder ab.

Die allgemeine Bedeutung der Schlüsse, die auf diese Weise aus den beiden Diagrammen (Fig. 36 und 37) herausgelesen werden können, wird wie oben erwähnt durch die Art und den Umfang des den Diagrammen zugrundeliegenden Materials begrenzt. Die hierdurch dargelegten Untersuchungen und in beiden Diagrammen zusammengefassten Ergebnisse dürfen daher nicht als ein definitives, für die forstliche Praxis als allgemeine Regel gebrauchsfertiges Endresultat betrachtet werden. Gleichzeitig sei jedoch betont, dass die beiden Diagramme, wie sie hier dargestellt sind, in grossen Zügen sicher ein korrektes Bild geben. Es liegt kaum ein Grund vor anzunehmen, dass sie in ihren Grundzügen eine Änderung erfahren würden, sollte noch weiteres Probeflächenmaterial in die Berechnung einbezogen werden; dass dadurch die Details der Diagramme an Sicherheit viel gewinnen würden, ist selbstverständlich.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Eine Anzahl Pflanzungsflächen (Tab. 35) wurde zu diesem Zweck 1930 ausgewählt, die geplanten Versuche konnten jedoch aus verschiedenen Gründen nicht ausgeführt werden.

Obwohl eine gewisse, mässige Übertragung des Kiefernnsamens nach Süden den Kulturerfolg zu begünstigen scheint, ist es doch wahrscheinlich, dass man dadurch etwas an Wachstumsgeschwindigkeit einbüsst.

Bereits seitdem die ersten Ergebnisse der systematischen Untersuchungen über die Provenienzfrage sich zeigten, hob man die Vorzüge der natürlichen Verjüngung gegenüber den Kulturen, auch von dem Standpunkt aus hervor, dass hierin die beste Gewähr für die Erziehung von an das Lokalklima angepassten Beständen liege. Dieses gilt selbstverständlich nur für die Anpassung in ökologischer Hinsicht; ob solche Bestände auch forstwirtschaft das Beste zeigen werden, ist nicht sicher. Hierbei spielen die morphologischen Eigenschaften, welche ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit liegen, die Hauptrolle. Zu berücksichtigen ist aber, dass wenn diese morphologischen Eigenschaften — auch bei einer veredelten Rasse — zur Geltung kommen sollen, müssen die Bäume an die äusseren Verhältnisse physiologisch eingestellt sein. Von physiologischem Gesichtspunkt aus dürfte daher der Samen der Heimatprovenienz in der Regel, auch für Kulturen, jederorts das ideale Saatgut sein. Durch die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung, namentlich durch den erbrachten Nachweis eines sehr starken Zusammenhangs zwischen den physiologischen Eigenschaften der Kiefernpflanzen und den Verhältnissen am Herkunftsort, wird dies noch mehr unterstrichen.

### Zusammenfassung.

1. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war teils die Untersuchung der Kiefernpflanzen verschiedener Provenienz auf etwaige nachweisbare Unterschiede bezüglich der Kälteresistenz und der damit zusammenhängenden physiologischen Verhältnisse, teils aber das Studium der Beziehungen zwischen den festgestellten Unterschieden und den Klimaverhältnissen an Herkunftsorten der untersuchten Provenienzen.

2. Eine kurze Übersicht über die Entwicklung der Provenienzfrage mit besonderer Berücksichtigung Schwedens wird gegeben (Kap. 1).

3. Ferner wird eine Übersicht über die physiologischen Ursachen der Kälteresistenz gegeben, wobei hervorgehoben wird, dass die Kälteresistenz grundsätzlich als ein Ausdruck des physiologischen Allgemeinzustands betrachtet werden kann (Kap. 2).

4. Einige in Pflanzen vorkommende Stoffe und deren quantitative Jahresvariationen, sowie die Beziehungen zwischen der Konzentration dieser Stoffe und der Kälteresistenz der Pflanzen werden besprochen. Als Regel gilt, dass der Wassergehalt im Herbst abnimmt bzw. der Trockensubstanzgehalt zunimmt. Gleichzeitig nehmen Stärke und Azidität sowie unter Umständen auch das Chlorophyll ab, während Zucker, »Fette«, Reservezellulose, Gerbstoffe, Katalase u. a. zunehmen. Diese Veränderungen, die gleichzeitig vor sich gehen und voneinander mehr oder weniger abhängig zu sein scheinen, kennzeichnen den Übergang der Pflanzen in den Zustand der Winterruhe, d. h. die Abhärtung (Kap. 3).

5. Der Grad der Kälteresistenz, den ein und dieselbe Pflanze zu verschiedener Zeit im Jahre aufweist, entspricht also einem verschiedenen Gehalt an Trockensubstanz, Zucker usw. In gleicher Weise unterscheiden sich verschie-

den frostharte Rassen einer Art durch verschiedenen Gehalt an obigen Stoffen (Kap. 3).

6. Die Untersuchung einjähriger Kiefernpflanzen sowie Nadeln älterer Pflanzen hat gezeigt, dass der Gehalt an Trockensubstanz und Zucker im Herbst zunimmt, während des Winters hoch ist, um aber später wieder zu sinken. Der Zuckergehalt ist höher in einjährigen Pflanzen als in Nadeln älterer Pflanzen (Kap. 4).

7. Kiefernpflanzen nördlicher Herkunft zeichnen sich im Herbst und Winter durch einen verhältnismässig hohen Gehalt an Trockensubstanz, Zucker, mit Petroläther extrahierbaren Stoffen sowie Katalase aus. Gleichzeitig zeigen sie einen etwas höheren Gehalt an Gesamtstickstoff, dagegen aber einen geringeren Gehalt an »Pflanzenfasern« sowie an mit schwacher Säure und Lauge extrahierbaren Stoffen. Kiefernpflanzen nördlicher Herkunft zeichnen sich ausserdem durch mehr oder weniger intensive Winterfärbung aus, die wenigstens bei Nadeln von mehrjährigen Pflanzen mit einem im Verhältnis zur Intensität der gelben Winterfärbung abnehmenden Chlorophyllgehalt verknüpft ist (Kap. 4).

8. Bei den in Versuchsrevieren Kulbäcksliden und Tönnersjöheden sowie bei Gällivare ausgeführten Anbauversuchen mit Kiefernpflanzen einiger Provenienzen, deren Trockensubstanzgehalt bei Experimentalfältet bestimmt wurde, konnten starke Zusammenhänge nachgewiesen werden zwischen einerseits dem Trockensubstanzgehalt bei Experimentalfältet und andererseits dem Überwinterungsvermögen der Pflanzen, deren Zustand, Wachstumsgeschwindigkeit, Nadellänge und Winterfärbung auf den drei Flächen. Die Zusammenhänge sind gut, sie variieren aber in ihrer graphischen Form, was teils auf die untersuchte Eigenschaft der Pflanzen, teils auf die geographische Lage des Anbauorts zurückzuführen ist (Kap. 5).

9. Die Nadeln entwickeln sich zeitiger im Frühjahr bei nördlicheren als bei südlicheren Provenienzen. Die Zeitigkeit der Nadelentwicklung in Tönnersjöheden steht, wie nachgewiesen wurde, in enger Beziehung mit dem Trockensubstanzgehalt, der für verschiedene Provenienzen bei Experimentalfältet ermittelt wurde (Kap. 5).

10. Der Trockensubstanzgehalt ist ein Wert, der leicht zu ermitteln und für die unter gleichen äusseren Verhältnissen erzogenen Pflanzen charakteristisch ist. Er drückt die physiologische Variabilität der Pflanzen aus, sowohl in dem Masse wie diese sich in verschiedenem Gehalt an Zucker, Katalase, »Fette« usw. oder in verschiedener Intensität der Winterfärbung zeigt, als auch wenn sie sich in verschiedenem Überwinterungsvermögen, der Qualität der Pflanzen, Wachstumsgeschwindigkeit, Nadellänge und Periodizität kundgibt.

11. Zum Studium des Zusammenhangs zwischen dem Trockensubstanzgehalt und dem Klima an den Heimatorten der untersuchten Provenienzen wurden meteorologische Karten angefertigt, die teils die Zahl der Tage im Jahre mit der normalen Mitteltemperatur von  $+6^{\circ}$  und darüber (Fig. 26), teils die Mitteltemperatur des wärmsten Monats (Fig. 27) und teils die Amplitude zwischen der Mitteltemperatur des wärmsten und kältesten Monats (Fig. 28) sowie die Jahresniederschläge (nach WERSÉN, Fig. 29) veranschaulichen. Die bei der Untersuchung verwendeten Kiefernprovenienzen sind aus den

Karten Fig. 25 und 34 samt aus der Tab. 32 und der Tabelle S. 407—419 zu entnehmen (Kap. 6).

12. Eine statistische Untersuchung ergab, dass der Trockensubstanzgehalt der Kiefernpflanzen bestimmter Herkunft als eine Funktion einerseits der geographischen Breite der Heimatorte, anderseits deren Vegetationsdauer betrachtet werden kann, wenn die letztere durch die Zahl der Tage im Jahre mit normaler Mitteltemperatur von  $+ 6^{\circ}$  und darüber ausgedrückt wird. Die fragliche Zahl der Tage ist innerhalb Schwedens (mit Ausnahme der Westküste) in der Hauptsache eine Funktion der geographischen Breite des Ortes und dessen Meereshöhe (Kap. 6).

13. Die Unterschiede zwischen verschiedenen Kiefernprovenienzen hinsichtlich des Trockensubstanzgehalts sind in einigen Fällen als erblich festgestellt worden (Kap. 7).

14. Die Ansicht von SCHOTT, ENGLER u. a., dass die physiologische Variabilität der Kiefer kontinuierlich ist, konnte durch die hier dargelegten Untersuchungen bestätigt werden (Kap. 7).

15. Aus einem Vergleich mit verschiedenen Ökotypen einiger Pflanzenarten geht hervor, dass der Begriff Ökotyp für die in physiologischer Hinsicht voneinander verschiedenen Kiefernprovenienzen völlig anwendbar sein dürfte. Die Definition des Begriffs Ökotyp trifft genau für die letzteren zu (Kap. 7).

16. Eine kontinuierliche Variabilität ist dann zu erwarten, wenn die äusseren Verhältnisse, mit welchen die Variabilität im Zusammenhang steht, kontinuierlich variieren. Die Kontinuität dürfte mithin für die sogenannte geographische Variabilität charakteristisch sein (Kap. 7).

17. Eine Zusammenstellung von dem Kulturerfolg und der Pflanzenhöhe, die bei Verwendung von verschiedenen Kiefernprovenienzen an verschiedenen Orten zu erwarten sind, ist in Diagrammform wiedergegeben. Die Diagramme beruhen auf Revisionsergebnissen der oben erwähnten (s. unter 8) Flächen und beziehen sich also auf die bei Experimentalfältet erzeugten Pflanzen, die als 2jährige verpflanzt wurden und danach 3 Jahre auf den Versuchsflächen gestanden haben. Dieser Art Diagramme gestatten eine anschauliche Darstellung der Folgen der Übertragung des Kiefernnsamens von einem Ort in den anderen, indem die Resultate verschiedener Kombinationen von Ort und Provenienz direkt verglichen werden können (Kap. 8).

---